

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-356773
(43)Date of publication of application : 26.12.2000

(51)Int.CI.

G02F 1/1335
G02F 1/139

(21)Application number : 11-170210

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 16.06.1999

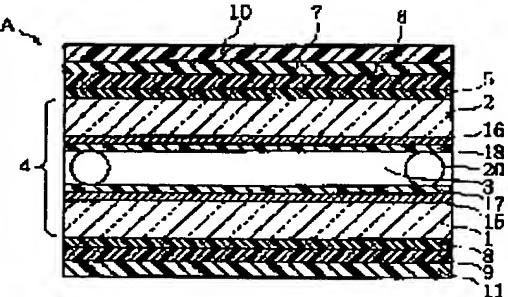
(72)Inventor : ISHIHARA SHOICHI
HATTORI KATSUJI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a liquid crystal display element with a wide angle of visibility and sufficiently high white level transmissivity in a pi-twist mode liquid crystal display element having essentially no bend phase transition problem.

SOLUTION: A liquid crystal display having such high response speed as similar to the response speed of the optically compensated bend(OCB) mode and exhibiting viewing angle characteristics wider than that of the OCB mode can be realized by utilizing a liquid crystal display element containing a liquid crystal layer 3 as highly twisted as 160-200°, polarizing plates 10, 11, uniaxial and biaxial phase compensating plates and a phase compensating plate of which the principal axes are hybrid arranged. Or, a liquid crystal display element with high white level transmissivity, high response speed and a wide viewing angle is realized by utilizing a liquid crystal display element having plural regions with respectively different voltage-transmissivity characteristics in respective display pixels.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3183652

[Date of registration] 27.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-356773
(P2000-356773A)

(43)公開日 平成12年12月26日 (2000.12.26)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 F 1/1335
1/139

識別記号

6 1 0

F I

G 0 2 F 1/1335
1/137

テマコード(参考)

6 1 0 2 H 0 8 8
5 0 5 2 H 0 9 1

審査請求 有 請求項の数30 O L (全 25 頁)

(21)出願番号

特願平11-170210

(22)出願日

平成11年6月16日 (1999.6.16)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 石原 将市

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 服部 勝治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100101823

弁理士 大前 要

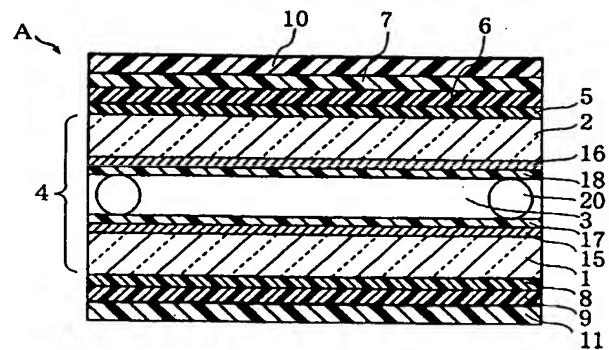
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示素子およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 本質的にペンド相転移課題を有しないパイプ
イスト型液晶表示素子において、広視野角であり、かつ
白レベル透過率の充分高い液晶表示素子を実現すること
を目的とする。

【解決手段】 160度～200度と高度に捻れた液晶
層と偏光板、一軸性位相補償板、二軸性位相補償板およ
び主軸がハイブリッド配列した位相補償板を含む液晶表
示素子を用いることにより、OCBモードと類似の高速
性を有し、かつOCBモード以上の広視野角特性を示す
液晶表示を実現することが出来る。あるいは、各表示画
素内にその電圧-透過率特性の異なる複数の領域を有す
る液晶表示素子を用いることにより、白レベル透過率の
高い高速・広視野角液晶表示素子を実現することが出来
る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設された偏光板と、前記液晶セルの少なくとも一方の外側に配設される2軸性位相補償板と、前記液晶セルの少なくとも一方の外側に配設され、主軸がハイブリッド配列した位相補償板と、を含むことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 前記液晶セルの少なくとも一方の外側に、1軸性位相補償板が配設されていることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項3】 前記1軸性位相補償板は、光学的異方性が正の位相補償板であることを特徴とする請求項2記載の液晶表示素子。

【請求項4】 前記偏光板と、前記位相補償板と、前記1軸性位相補償板と、前記2軸性位相補償板と、前記主軸がハイブリッド配列した位相補償板とが、前記液晶セルの外側に向けて、この順序で配設されていることを特徴とする請求項2又は3記載の液晶表示素子。

【請求項5】 前記1軸性位相補償板の光軸が外側に配設された偏光板の透過軸と略平行であることを特徴とする請求項4記載の液晶表示素子。

【請求項6】 前記主軸がハイブリッド配列した位相補償板が、主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相補償板であることを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載の液晶表示素子。

【請求項7】 前記主軸がハイブリッド配列した位相補償板が、主軸がハイブリッド配列した正の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相補償板であることを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載の液晶表示素子。

【請求項8】 表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、

前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、を含む液晶表示素子であって、各表示画素内において、前記一対の基板のうち少なくとも一方の基板界面近傍の液晶配向状態が、各表示画素内において連続的に変化していることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項9】 前記配向状態の異なる2つ以上の領域が、プレチルト角の互いに異なる2つ以上の領域であることを特徴とする請求項8記載の液晶表示素子。

【請求項10】 前記配向状態の異なる2つ以上の領域が、アンカリングエネルギーの互いに異なる2つ以上の領域

域であることを特徴とする請求項8記載の液晶表示素子。

【請求項11】 前記配向状態の異なる2つ以上の領域が、接触角の互いに異なる2つ以上の領域であることを特徴とする請求項8記載の液晶表示素子。

【請求項12】 表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、

10 前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、

前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、を含む液晶表示素子であって、各表示画素内が液晶層厚の異なる2つ以上の領域に分割されていることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項13】 表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、

20 前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、

前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、を含む液晶表示素子であって、各表示画素内における液晶層厚が連続的に変化していることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項14】 表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、

30 前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、

前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、を含む液晶表示素子であって、各表示画素内において、前記一対の基板のうち少なくとも一方の基板界面近傍の液晶配向状態が、各表示画素内において連続的に変化していることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項15】 前記連続的に変化している液晶配向の状態が、プレチルト角の変化であることを特徴とする請求項14記載の液晶表示素子。

【請求項16】 前記連続的に変化している液晶配向の状態が、アンカリングエネルギーの変化であることを特徴とする請求項14記載の液晶表示素子。

【請求項17】 前記連続的に変化している液晶配向の状態が、接触角の変化であることを特徴とする請求項14記載の液晶表示素子。

【請求項18】 表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、

50

前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、
前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、
を含む液晶表示素子であって、
少なくとも一方の表示電極が2つ以上の領域に分割され
ているとともに、少なくともそのうちの一つに容量成分
が直列に接続されていることを特徴とする液晶表示素
子。

【請求項19】 表示電極がそれぞれ形成された一対の
基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前
記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液
晶セルと、

前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互
いに直交する2枚の偏光板と、

前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、
を含む液晶表示素子であって、

少なくとも一方の表示電極表面上に凹凸形成状物が形成
されていることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項20】 前記位相補償板が1軸性位相補償板、
2軸性位相補償板および主軸がハイブリッド配列した位
相補償板を含む位相補償板であることを特徴とする請求
項7乃至19の何れかに記載の液晶表示素子。

【請求項21】 前記1軸性位相補償板が、その光学的
異方性が正の位相補償板であることを特徴とする請求項
20記載の液晶表示素子。

【請求項22】 前記偏光板と、前記1軸性位相補償板
と、前記2軸性位相補償板と、前記主軸がハイブリッド
配列した位相補償板とが、前記液晶セルの外側に向
て、この順序で配設されていることを特徴とする請求項
20記載の液晶表示素子。

【請求項23】 前記1軸性位相補償板の光軸が外側に
配設された偏光板の透過軸と略平行であることを特徴と
する請求項20記載の液晶表示素子。

【請求項24】 前記主軸がハイブリッド配列した位相
補償板が、主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方
性をもつ光学媒体よりなる位相補償板であることを特徴
とする請求項20記載の液晶表示素子。

【請求項25】 前記主軸がハイブリッド配列した位相
補償板が、主軸がハイブリッド配列した正の屈折率異方
性をもつ光学媒体よりなる位相補償板であることを特徴
とする請求項20記載の液晶表示素子。

【請求項26】 表示電極がそれぞれ形成された一対の
基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前
記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液
晶セルと、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、
一枚の位相補償板とを有する液晶表示素子の製造方法にお
いて、

少なくとも一方の電極上の液晶配向が、配向状態の異
なる2つ以上の領域に分割されるよう、前記電極上の配向
膜に紫外線非偏光を照射する配向処理工程を有することを
特徴とする液晶表示素子の製造方法。

線偏光を照射する配向処理工程を有することを特徴する
液晶表示素子の製造方法。

【請求項27】 表示電極がそれぞれ形成された一対の
基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前
記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液
晶セルと、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、一
枚の位相補償板とを有する液晶表示素子の製造方法にお
いて、

少なくとも一方の電極上の液晶配向が、配向状態の異
なる2つ以上の領域に分割されるよう、前記電極上の配向
膜に紫外線非偏光を照射する配向処理工程を有することを
特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項28】 表示電極がそれぞれ形成された一対の
基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前
記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液
晶セルと、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、一
枚の位相補償板とを有する液晶表示素子の製造方法にお
いて、

少なくとも一方の電極上の液晶配向の状態が、各表示画
素内において連続的に変化するよう、前記電極上の配向
膜に少なくとも照射方向あるいは偏光状態の異なる紫外
線偏光を照射する配向処理工程を有することを特徴とす
る液晶表示素子の製造方法。

【請求項29】 表示電極がそれぞれ形成された一対の
基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前
記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液
晶セルと、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、一
枚の位相補償板とを有する液晶表示素子の製造方法にお
いて、

少なくとも一方の電極上の液晶配向の状態が、各表示画
素内において連続的に変化するよう、前記電極上の配向
膜に紫外線非偏光を照射する配向処理工程を有することを
特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項30】 表示電極がそれぞれ形成された一対の
基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前
記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液
晶セルと、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、一
枚の位相補償板とを有する液晶表示素子の製造方法にお
いて、

少なくとも一方の電極表面上に感光性樹脂を製膜し、こ
の感光性樹脂膜にフォトリソグラフィ処理を行って凹凸
状に形成する基板処理工程を有することを特徴とする液
晶表示素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高速応答で広視野
の表示性能を持つ透過型液晶表示素子およびその製造方
法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示素子は薄型で軽量、かつ低消費

電力のディスプレイ素子であり、テレビやビデオなどの画像表示装置や、モニター、ワープロ、パソコンコンピュータなどのOA機器に広く用いられている。

【0003】従来より、液晶表示素子として例えば、ネマティック液晶を用いたツイステッドネマティック(TN)モードの液晶表示素子が実用化されているが、応答が遅い、視野角が狭いなどの欠点を有している。

【0004】一方、応答が速く、視野角が広い強誘電性液晶(FLC)、あるいは反強誘電性液晶(AFLC)などの表示モードも提案されているが耐ショック性、温度特性など大きな欠点があり、広く実用化されるまでには至っていない。

【0005】また、光散乱を利用する高分子分散型液晶表示モードは偏光板を必要とせず、高輝度表示が可能であるが、本質的に位相板による視角制御が出来ないうえ、応答特性課題を有しており、TNモードに対する優位性は少ない。

【0006】これらの表示モードに対して、最近応答が速く視野角が広い表示モードとして光学補償ペンド(OCB)モードが提案された(特開平7-84254)。このモードは、図31のように対向する二枚の基板100, 101上の液晶分子102を、平行かつ同一方向へ配向処理してなる液晶セルに電圧を印加することにより、セル中央部にペンド配向あるいはねじれ配向を含んだペンド配向Bを誘起させることと、低電圧駆動と視野角拡大のためにフィルム位相板103, 104を液晶セル外側に配設することを特徴としたものであり、性能的には中間調表示域においても高速応答が可能であると同時に広い視野角特性を有している。なお、図31において、105, 106は偏光板である。

【0007】上記の光学補償ペンド(OCB)モードの液晶セルは一対の対向基板内表面を互いに平行かつ同一方向にプレチルト角が約数度~10度になるように配向処理し、電圧無印加状態で液晶分子が扇状に広がった配向分布からなるスプレイ配向Aを最初に形成する。その後、電圧を印加し液晶セル中央部の液晶分子を立たせることによりペンド配向Bに転移させる。

【0008】このスプレイペンド転移は、10V~30Vの高電圧を印加すれば比較的容易に起こるが、通常の液晶セル駆動電圧(数V)では転移に長時間を要するうえ、再現性に乏しいという課題を有している。

【0009】表示はこのペンド配向状態で駆動することにより行うものであり、そのためにはこのスプレイペンド配向転移を液晶セル画素内で確実に起こさせておく必要があるが、実際には容易ではない。

【0010】これに対して、液晶捻れ角が160度~200度の捻れ液晶セルは原理的に上記ペンド転移課題が存在しないうえ、OCBと同等の高速応答特性および広視野角特性を有しており、優れた液晶表示素子として提案されている(特願平9-102960)。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】図32は液晶捻れ角が180度である捻れ液晶セル(以下、説明の便宜上、パツイストセルと称するが、広い意味では液晶捻れ角が160度~200度のセルもパツイストセルに含まれる)の典型的なセル構成を表している。液晶分子110は一方の基板111から他方の基板112に向かって180度捻れている。液晶セル113はお互いの偏光軸方向が直交する2枚の偏光板114, 115に挟持されており、偏光板の内側にはフィルム位相板116, 117が配設されている。

【0012】図33はパツイストセルの電圧-透過率特性の一例である。充分な電圧が印加された状態(図中Bの部分)で透過率は最小となり、黒表示での輝度レベルを決定している。この黒表示における液晶ダイレクタは、OCBセルにおける黒表示時の液晶ダイレクタと類似のダイレクタ分布を有しており、高電圧側での電圧-透過率特性は、OCBセルとパツイストセルの間に大きな差はない。

【0013】これに対して、低電圧領域(例えば図中Aの部分)では液晶ダイレクタが充分立ちきらないで捻れており、液晶層位相差が大きく変化するため、図33の如く透過率は一様に変化せず、電圧増加とともに、素子透過率が一様に変化しないブロード領域Dが存在する。従って、一般的な駆動回路を用いた場合、表示素子として使用可能な領域は、駆動電圧領域で言うならば図中A2~Bの領域である(電圧増加とともに、素子透過率が一様に変化しない領域は、表示素子として使用出来ない)。そのため、白レベルでの光透過率は図中Cとなり、通常のTNセルの白レベルに比べ大幅に低い値となっており、これがパツイストセル実用化のネックとなっている。従って、ブロード領域Dのない電圧-透過率特性を有し、電圧A1を駆動電圧領域に含めて白レベルでの光透過率を向上するようにした液晶表示素子が要望されていた。

【0014】また、従来のパツイストセルの課題は、OCBモードの液晶表示素子に比べて視野角特性が悪いことである。図34は従来のパツイストセルの等コントラスト曲線の一例である。この図34から明らかのようにパツイストセルは高速応答特性、広視野角特性を有しているものの、OCBモードの液晶表示素子に比べて視野角特性が悪く、上下、左右ともに160度以上という広い視野角特性が求められている。図中の数字はコントラスト比の値を表している。

【0015】本発明の目的は、上記課題に鑑み、光学補償ペンド(OCB)モードと類似の高速性を有し、かつOCBモード以上の広視野角特性を有する液晶表示素子およびその製造方法を提供することである。

【0016】また、本発明の他の目的は、各表示画素内にその電圧-透過率特性の異なる複数の領域を形成し

て、白レベル透過率の高い、即ち、光透過率の高い電圧領域をも有効に使うことのできる高速・広視野角の液晶表示素子およびその製造方法を提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明のうち請求項1記載の発明は、液晶表示素子であって、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設される偏光板と、前記液晶セルの少なくとも一方の外側に配設される二軸性位相補償板と、前記液晶セルの少なくとも一方の外側に配設され、主軸がハイブリッド配列した位相補償板と、を含むことを特徴とする。

【0018】上記の如く、二軸性位相補償板に加えて、主軸がハイブリッド配列した位相補償板を設けることにより、電圧印加時（黒表示）における液晶層の光学伝播特性の視野角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示素子の視野角特性を改善するという作用を有する。

【0019】具体的に説明すると、電圧印加時には液晶層の中央部付近の液晶分子はほぼ垂直方向に立ち上がる。しかしながら、基板界面に存在する液晶分子は、立ち上がりせず、ほぼ基板に平行状態であり、基板界面近傍では、中央部に向けて徐々に立ち上がっていく配向状態となっている。従って、この基板界面近傍の液晶分子の配向に起因して、この部分で複屈折が大きく生じる。そのため、視野角が狭い。この場合、主軸がハイブリッド配列した位相補償板を設けることにより、基板界面近傍の液晶分子の複屈折を補償することができるようになる。

【0020】請求項2記載の発明は、請求項1記載の液晶表示素子において、前記液晶セルの少なくとも一方の外側に、一軸性位相補償板が配設されていることを特徴とする。

【0021】上記構成により、更に液晶表示素子の視野角特性を改善する。

【0022】請求項3記載の発明は、請求項2記載の液晶表示素子において、前記一軸性位相補償板は、光学的異方性が正の位相補償板であることを特徴とする。

【0023】液晶が正の光学的異方性を有するところから、光学的異方性が正の位相補償板とすることにより、光学的異方性が負の位相補償板を用いる場合比べて、良好な補償が可能となる。

【0024】請求項4記載の発明は、請求項2又は3記載の液晶表示素子において、前記偏光板と、前記一軸性位相補償板と、前記二軸性位相補償板と、前記主軸がハイブリッド配列した位相補償板とが、前記液晶セルの外側に向けて、この順序で配設されていることを特徴とする。

【0025】上記構成により、偏光板と一軸性位相補償

板と二軸性位相補償板と主軸がハイブリッド配列した位相補償板を、最も光損失の少ない順序で液晶セルに積層することができ、液晶層での光損失のない光学伝播特性が得られる。

【0026】請求項5記載の発明は、請求項4記載の液晶表示素子において、前記一軸性位相補償板の光軸が外側に配設された偏光板の透過軸と略平行であることを特徴とする。

【0027】上記構成により、出射光の光漏れを可及的に防止することができる。

【0028】請求項6記載の発明は、請求項1乃至5の何れかに記載の液晶表示素子において、前記主軸がハイブリッド配列した位相補償板が、主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相補償板であることを特徴とする。

【0029】上記の如く、ハイブリッド配列した位相補償板が負の屈折率異方性をもつ光学媒体より構成されている場合は、上下左右方向の視野角補償みならず、斜め方向の視野角を補償することができる。

【0030】請求項7記載の発明は、請求項1乃至5の何れかに記載の液晶表示素子において、前記主軸がハイブリッド配列した位相補償板が、主軸がハイブリッド配列した正の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相補償板であることを特徴とする。

【0031】上記の如く、ハイブリッド配列した位相補償板が正の屈折率異方性をもつ光学媒体より構成されている場合は、上下左右方向の視野角を補償することはできるが、斜め方向の視野角を補償することはできない。かかる点からすれば、請求項6記載の発明の方が視野角補償の効果が大きい。しかしながら、使用目的・用途等から斜め方向の視野角を大きくする必要のない場合もあり、この場合に本請求項7の発明を使用することができる。特に、ハイブリッド配列した位相補償板においては、正の屈折率異方性の位相補償板の方が、負の屈折率異方性の位相補償板より安価であり、従って、液晶表示素子としての製造コストを低減できるという効果を奏する。

【0032】請求項8記載の発明は、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、を含む液晶表示素子であって、各表示画素内において、前記一対の基板のうち少なくとも一方の基板界面近傍の液晶配向が、配向状態の異なる2つ以上の領域に分割されていることを特徴とする。

【0033】上記の如く、基板界面近傍の液晶配向を、配向状態の異なる2つ以上の領域に分割することにより、電圧-透過率特性の異なる2つ以上の領域が形成され

ことになり、液晶層全体としての電圧一透過率特性は、各領域の電圧一透過率特性の総和となることから、電圧一透過率特性は平均化されたものとなる。従って、従来例において発生していたプラトー（台形部）がなくなり、その結果、低電圧側の駆動電圧領域を従来例よりも更に低電圧側まで広げることができ、従来使用できなかった白レベルの高輝度化が達成される。

【0034】請求項9記載の発明は、請求項8記載の液晶表示素子において、前記配向状態の異なる2つ以上の領域が、プレチルト角の互いに異なる2つ以上の領域であることを特徴とする。

【0035】上記の如く、プレチルト角の互いに異なる2つ以上の領域を設けることにより、電圧一透過率特性の異なる2つ以上の領域が形成される。これにより、液晶層全体としての電圧一透過率特性には、プラトー（台形部）がなくなり、従来使用できなかった白レベルの高輝度化が達成される。

【0036】請求項10記載の発明は、請求項8記載の液晶表示素子において、前記配向状態の異なる2つ以上の領域が、アンカリングエネルギーの互いに異なる2つ以上の領域であることを特徴とする。

【0037】上記の如く、アンカリングエネルギーの互いに異なる2つ以上の領域を設けることにより、電圧一透過率特性の異なる2つ以上の領域が形成される。これにより、液晶層全体としての電圧一透過率特性には、プラトー（台形部）がなくなり、従来使用できなかった白レベルの高輝度化が達成される。

【0038】請求項11記載の発明は、請求項8記載の液晶表示素子において、前記配向状態の異なる2つ以上の領域が、接触角の互いに異なる2つ以上の領域であることを特徴とする。

【0039】上記の如く、接触角の互いに異なる2つ以上の領域を設けることにより、電圧一透過率特性の異なる2つ以上の領域が形成される。これにより、液晶層全体としての電圧一透過率特性には、プラトー（台形部）がなくなり、従来使用できなかった白レベルの高輝度化が達成される。

【0040】請求項12記載の発明は、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、を含む液晶表示素子であって、各表示画素内が液晶層厚の異なる2つ以上の領域に分割されていることを特徴とする。

【0041】上記の如く、各表示画素内を液晶層厚の異なる2つ以上の領域に分割することにより、電圧一透過率特性の異なる2つ以上の領域が形成される。これにより、液晶層全体としての電圧一透過率特性には、プラト

ー（台形部）がほぼなくなり、従来使用できなかった白レベルの高輝度化が達成される。

【0042】請求項13記載の発明は、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、を含む液晶表示素子であって、各表示画素内における液晶層厚が連続的に変化していることを特徴とする。

【0043】上記の如く、各表示画素内における液晶層厚を連続的に変化することにより、無限に配向分割されたことになり、電圧一透過率特性の平均化の効果が大きい。そのため、液晶層全体の電圧一透過率特性は、更に緩やかなものとなり、プラトー（台形部）の発生を完全に防止できる。

【0044】請求項14記載の発明は、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、を含む液晶表示素子であって、各表示画素内において、前記一対の基板のうち少なくとも一方の基板界面近傍の液晶配向状態が、各表示画素内において連続的に変化していることを特徴とする。

【0045】上記の如く、基板界面近傍の液晶配向状態が、各表示画素内において連続的に変化させることにより、電圧一透過率特性の平均化の効果がより大きくすることができる。

【0046】請求項15記載の発明は、請求項14記載の液晶表示素子において、前記連続的に変化している液晶配向の状態が、プレチルト角の変化であることを特徴とする。

【0047】請求項16記載の発明は、請求項14記載の液晶表示素子において、前記連続的に変化している液晶配向の状態が、アンカリングエネルギーの変化であることを特徴とする。

【0048】請求項17記載の発明は、請求項14記載の液晶表示素子において、前記連続的に変化している液晶配向の状態が、接触角の変化であることを特徴とする。

【0049】請求項18記載の発明は、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、を含む液晶表示素子であって、少なくとも一方

の表示電極が2つ以上の領域に分割されているとともに、少なくともそのうちの一つに容量成分が直列に接続されていることを特徴とする。

【0050】上記構成により、容量成分が直列に接続された電極に関する液晶層印加電圧と、容量成分が直列に接続されていない電極に関する液晶層印加電圧とが、異なる。これにより、2つの電圧-透過率特性の異なる領域を存在させることができ、液晶層全体としての電圧-透過率特性が平均化される。

【0051】請求項19記載の発明は、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、前記液晶セルの両外側にそれぞれ配設され、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、前記液晶セルの外側に配設される1枚の位相補償板と、を含む液晶表示素子であって、少なくとも一方の表示電極表面上に凹凸形状物が形成されていることを特徴とする。

【0052】上記構成により、液晶層厚を連続的に変化させることができ、電圧-透過率特性の異なる領域が得られる。

【0053】請求項20記載の発明は、請求項7乃至19の何れかに記載の液晶表示素子において、前記位相補償板が一軸性位相補償板、二軸性位相補償板および主軸がハイブリッド配列した位相補償板を含む位相補償板であることを特徴とする。

【0054】請求項21記載の発明は、請求項20記載の液晶表示素子において、前記一軸性位相補償板が、その光学的異方性が正の位相補償板であることを特徴とする。

【0055】請求項22記載の発明は、請求項20記載の液晶表示素子において、前記偏光板と、前記一軸性位相補償板と、前記二軸性位相補償板と、前記主軸がハイブリッド配列した位相補償板とが、前記液晶セルの外側に向けて、この順序で配設されていることを特徴とする。

【0056】請求項23記載の発明は、請求項20記載の液晶表示素子において、前記一軸性位相補償板の光軸が外側に配設された偏光板の透過軸と略平行であることを特徴とする。

【0057】請求項24記載の発明は、請求項20記載の液晶表示素子において、前記主軸がハイブリッド配列した位相補償板が、主軸がハイブリッド配列した負の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相補償板であることを特徴とする。

【0058】請求項25記載の発明は、請求項20記載の液晶表示素子において、前記主軸がハイブリッド配列した位相補償板が、主軸がハイブリッド配列した正の屈折率異方性をもつ光学媒体よりなる位相補償板であることを特徴とする。

【0059】請求項26記載の発明は、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、一枚の位相補償板とを有する液晶表示素子の製造方法において、少なくとも一方の電極上の液晶配向が、配向状態の異なる2つ以上の領域に分割されるよう、前記電極上の配向膜に少なくとも照射方向あるいは偏光状態の異なる紫外線偏光を照射する配向処理工程を有することを特徴する。

【0060】上記構成により、基板界面のプレチルト角が異なる2つ以上の領域が形成される。これにより、電圧-透過率特性の異なる2つ以上の領域を有する液晶表示素子を製造することができる。

【0061】請求項27記載の発明は、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、一枚の位相補償板とを有する液晶表示素子の製造方法において、少なくとも一方の電極上の液晶配向が、配向状態の異なる2つ以上の領域に分割されるよう、前記電極上の配向膜に紫外線非偏光を照射する配向処理工程を有することを特徴とする。

【0062】上記構成により、基板界面のプレチルト角が異なる2つ以上の領域が形成される。これにより、電圧-透過率特性の異なる2つ以上の領域を有する液晶表示素子を製造することができる。

【0063】請求項28記載の発明は、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、一枚の位相補償板とを有する液晶表示素子の製造方法において、少なくとも一方の電極上の液晶配向の状態が、各表示画素内において連続的に変化するよう、前記電極上の配向膜に少なくとも照射方向あるいは偏光状態の異なる紫外線偏光を照射する配向処理工程を有することを特徴とする。

【0064】上記構成により、基板界面のプレチルト角が連続的に変化する。これにより、電圧-透過率特性の異なる2つ以上の領域を有する液晶表示素子を製造することができる。

【0065】請求項29記載の発明は、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、一枚の位相補償板とを有する液晶表示素子の製造方法において、少なくとも一方の電極上の液晶配向の状態が、各表示画素内において連続的に変化するよう、前記電極上の配向膜に紫外線非偏光を照射する配向処理工程を有することを特徴とする。

【0066】上記構成により、基板界面のプレチルト角が連続的に変化する。これにより、電圧-透過率特性の異なる2つ以上の領域を有する液晶表示素子を製造することができる。

【0067】請求項30記載の発明は、表示電極がそれぞれ形成された一対の基板間に液晶層が挟持され且つ液晶層内の液晶分子が前記一対の基板間で捻られた配向状態とされている捻れ液晶セルと、偏光軸が互いに直交する2枚の偏光板と、一枚の位相補償板とを有する液晶表示素子の製造方法において、少なくとも一方の電極表面上に感光性樹脂を製膜し、この感光性樹脂膜にフォトリソグラフィ処理を行って凹凸状に形成する基板処理工程を有することを特徴とする。

【0068】上記構成により、基板界面のプレチルト角が分布状態をもって変化する。これにより、電圧-透過率特性の異なる2つ以上の領域を有する液晶表示素子を製造することができる。

【0069】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面にもとづいて説明する。なお、以下の実施の形態において、接触角の測定は協和界面化学株式会社製FA-C-E自動接触角計CA-Z型を使用し、標準試薬として水を用いた(測定温度:25°C)。また、表面アンカリシングエネルギー強度はA. Sugimura, T. Miyamoto, M. Tsujii and M. Kuze, Appl. Phys. Lett., Vol. 72, p 329 (1998)記載の方法により測定した。

【0070】また、フィルム位相板の位相差Re、Rthの定義は $Re = (nx - ny) \times d$ 、 $Rth = ((nx + ny) / 2 - nz) \times d$ とした。ここにおいて、nxはフィルム面内において最大屈折率を示す方向の屈折率、nyはフィルム面内でnx方向に垂直な方向の屈折率、nzはフィルム面に垂直な方向(フィルム厚み方向)の屈折率を表しており、dはフィルム膜厚を表している。

【0071】また以下の実施の形態において、実験の便宜上、液晶捻れ角を180度としたが、本発明はこれに限定されるものではなく、基板間で捻れた捻れ液晶セルであればよい。但し、特願平9-102960に開示されているが如く、液晶捻れ角としては160度~200度とするのが、光学特性の観点から望ましい。

【0072】尚、本実施の形態において、位相補償板としてはフィルム位相板を用いたが、同等の機能を有するものであれば液晶パネル等他の光学素子を用いても良く、これにより本発明を何ら限定するものではない。

【0073】また、本実施の形態における電圧-透過率特性図での縦軸の光透過率は、それぞれの偏光軸が平行に配置された2枚の偏光板の光透過率を1としたときの光透過率を表している。

【0074】(実施の形態1) 図1は本発明の実施の形態1に係る液晶表示素子の要部断面図である。本実施の

形態に係る液晶表示素子Aは、一対のガラス基板1、2間に液晶層3を挟持した液晶セル4と、該液晶セル4の一方の外側(図1の上側)に積層された3枚のフィルム位相板5、6、7と、該液晶セル4の他方の外側(図1の下側)に積層された2枚のフィルム位相板8、9と、位相板7の外側に配設された偏光板10と、位相板9の外側に配設された偏光板11とを有する。位相板5、8は、図2に示すように、光学媒体12が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板である。

10 位相板6、9は、2軸性位相板($nx \sim ny > nz$:位相差 $Rth: 50 \text{ nm}$)であり、位相板7は、正の1軸性位相板($nx > ny = nz$:位相差 150 nm)である。

【0075】また、各ガラス基板1、2の内側面には、表示電極としての透明電極15、16が形成されており、この透明電極15、16の内側面には配向膜17、18が形成されている。

【0076】透明電極15は画像信号電圧が印加される画素電極であり、透明電極16は共通電極である。勿論、透明電極15を共通電極とし、透明電極16を画素電極とするように構成してもよい。

【0077】また、前記液晶セル4は、液晶層3内の液晶分子が基板1、2間で捻られた配向状態とっている捻れ液晶セルである。本実施の形態では、液晶層の液晶捻れ角は、180度とされている。また、各光学要素(液晶セル4、位相板5~9、及び偏光板10、11に相当する)は、図3に示す配置状態とされている。ここで、図3は偏光板10側から見た平面図であり、図中において、20は偏光板10の偏光方向、21は1軸性位相板

30 7の主軸方向、22は2軸性位相板6の主軸方向、23は主軸がハイブリッド配列した位相板5の主軸方向、24は基板2のラビング方向、25は基板1のラビング方向、26は主軸がハイブリッド配列した位相板8の主軸方向、27は2軸性位相板9の主軸方向、28は偏光板11の主軸方向を示す。

【0078】このようにハイブリッド配列した位相板5、8を設けることにより、電圧印加時(黒表示)における液晶層の光学伝播特性の視野角依存性を補償して良好な黒表示を行い、液晶表示素子の視野角特性を改善するという作用を有する。

【0079】具体的に説明すると、電圧印加時には液晶層の中央部付近の液晶分子はほぼ垂直方向に立ち上がる。しかしながら、基板界面に存在する液晶分子は、立ち上がれず、ほぼ基板に平行状態であり、基板界面近傍では、中央部に向けて徐々に立ち上がっていく配向状態となっている。従って、この基板界面近傍の液晶分子の配向に起因して、この部分で複屈折が大きく生じる。そのため、視野角が狭い。この場合、主軸がハイブリッド配列した位相補償板を設けることにより、基板界面近傍の液晶分子の複屈折を補償することになる。

【0080】この原理を更に詳述すると、液晶層を上下に二分する中心面から液晶表示素子を見た場合、上側において液晶表層の上半分の液晶分子の方向と上側の位相補償板5の光学媒体の光学軸方向が対応し、下側において液晶表層の下半分の液晶分子の方向と下側の位相補償板8の光学媒体の光学軸方向が対応することにより、2枚の位相補償板のそれぞれが液晶層の半分を補償する役割を果たすことになり、視野角が広くなる。

【0081】なお、ハイブリッド配列した位相板は、主軸の傾き角がほぼ90度の光学媒体12a(図2参照)側の面が2軸性位相板側に、主軸の傾き角がほぼ0度の光学媒体12b(図2参照)側の面が液晶側になるように配置するのが望ましい。このようにすれば、基板両側に、先ず面内方向(図2のx方向)に主軸のある光学媒体12bと基板界面付近の液晶分子の組が配置し、それを面法線方向(図2のz方向)に主軸のある光学媒体12aと中央部の液晶の組が挟むようになって、互いに補償を行う層が順序よく並ぶことになるからである。

【0082】また、本実施の形態においては、ハイブリッド配列した位相補償板は上下に設けるようにしたけれども、何れか一方のみを設ける構成であってもよい。このようにすれば、2枚設ける場合に比べれば視野角は狭いけれども、従来例に比べれば十分に広い視野角が得られることになる。

【0083】なお、2軸性位相板6、9の働きとしては、電圧印加時(黒表示時)において液晶層中央部の液晶分子が立ち上がる状態となるが、このときの斜め方向からの光に起因した複屈折を主として補償する働きをなす。

【0084】また、1軸性位相板7は、黒表示における光漏れを防止して、黒レベルを沈ませる働きをなす。即ち、偏光板10と偏光板11との偏光軸方向が直交して配置されていることから、正面方向(偏光板に対して垂直方向)から見た場合の光漏れは防がれている。しかしながら、正面からずれた方向(偏光板に対して斜め方向)から見た場合に、光漏れが生じる。かかる場合に、1軸性位相板7を設けることにより、光漏れを防止することができる。

【0085】このようにして、1軸性位相板7、2軸性位相板6、9及びハイブリッド配列した位相板5、8を設けることにより、広視野角特性を有する液晶表示素子を実現することができる。

【0086】次いで、上記構成の液晶表示素子Aの製造方法について説明する。

【0087】先ず、透明電極15、16を有する2枚のガラス基板1、2に日産化学工業製配向膜塗料RN-474をスピンドルコート法にて塗布し、恒温槽中180度、1時間硬化させ、配向膜17、18を形成する。その後、配向膜17、18表面を、レーヨン製ラビング布を用いて図2に示す方向にラビング処理を施す。次いで、

積水ファインケミカル(株)製スペーサ20、およびストラクトボンド352A(三井東圧化学(株)製シール樹脂の商品名)を用いて基板間隔が5.1μmとなるように、基板1と基板2とを貼り合わせ、空セルを作成した。

【0088】次に、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが10.2μmになるように調製したメルク社製液晶ZL1-2411(NI点=65度、Δn=0.140)を、真空注入法にて空セルに注入して、液晶セル4を作製した。

【0089】その後、偏光板10、11、正の一軸性位相板(nx>ny=nz:位相差150nm)7、二軸性位相板(nx~ny>nz:位相差Rth:50nm)6、9および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8(富士写真フィルム(株)製WVフィルム、位相差Re:34nm)を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子Aを作製した。

【0090】次いで、上記方法で作製された液晶表示素子Aの電圧-透過率特性を30Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図4に示す。このときの電圧増加による液晶配向の変化は連続的であり、確実に、かつスムーズに図3の液晶配向状態Bに類似した液晶配向が得られることが確認された。

【0091】図4において、駆動電圧が2.20Vから5.80Vの領域で表示を行った時のコントラスト比は215:1であった。また2.20Vから2.71V、3.23V、3.74V、4.26V、4.77V、5.28V、5.80Vの電圧に印加電圧を変化させた時の立ち上がり応答時間と立ち下がり応答時間の和は、それぞれ16msec、15msec、13msec、13msec、11msec、9msec、8msecであり、本実施の形態に係る液晶表示素子は、従来例のOCBモードと同様の高速応答性が確認された。

【0092】図5は白表示電圧を2.20V、黒表示電圧を5.80Vとしたときの視野角の等コントラスト曲線を表している。図5から明らかのように、本発明液晶表示素子Aは上下120度、左右160度以上の視角範囲でコントラスト比10:1以上が達成されており、その実用的価値は極めて高い。なお、図中の数字はコントラスト比の値を表している。

【0093】こうして、本実施の形態に係る液晶表示素子Aは、OCBモードと同様な高速応答性を有し、かつ、OCBモード以上の広視野角特性を有する液晶表示を実現することができる。

【0094】(実施の形態1の補足説明)

①本実施例では2軸性位相板および主軸がハイブリッド配列した位相板を液晶セル両側に貼合したが、必要なセル特性に応じて液晶セルの片側に貼合しても良いことは言うまでもない。

【0095】なお、2軸性位相板6のnxとnyが異なる場合には、1軸性位相板7を省略するようにしてもよい。なぜなら、上記構成の2軸性位相板であれば、1軸性位相板を兼ねていると考えられるからである。

【0096】また、位相板5、6、7及び8、9の積層の順序は、図1に示す順序に限定されるものではなく、例えば、位相板5の上に位相板7を設け、位相板7上に位相板6を設けるようにしてもよい。但し、図1に示す順序で構成するのが、望ましい。なぜなら、液晶表示素子を構成する各光学要素間においては、できるだけ屈折率差がなく光学特性に連続性を保つことが望まれております、このような連続性があると、光損失なく光が各光学要素を伝播していくことができるからである。

【0097】②また、位相板の貼合角度は図3の方向に限定するものではなく、図3の貼合角度から2~3度程度の範囲内で変化させた貼合角度であっても、同様な効果を奏する。

【0098】③また、図3の配置状態から90度回転した状態で各光学要素を配設するように構成してもよく、このようにしても光学特性は図3の配置状態と同様であり、従って、図3の配置状態における液晶表示素子と同様な効果を奏する。

【0099】④また、本実施の形態では二枚の偏光板を直交して配置したが、平行に配置した場合には白黒表示が逆になるが、本質的な特性に差はない。ただし、適正な位相補償板の位相差の値は異なる。この点に関して、図6を参照して説明する。図6において、ラインL1は2枚の偏光板を直交して配置して構成された液晶表示素子の電圧-透過率特性を示し、ラインL2は2枚の偏光板を平行に配置して構成された液晶表示素子の電圧-透過率特性を示す。この図6から明らかのようにラインL1では駆動電圧が大きい領域で黒表示となり、ラインL2では駆動電圧が小さい領域で黒表示となる。従って、ラインL1では、液晶のねじれがほぼ解消しているため、液晶層を通過した光の位相差は小さいものとなる。これに対して、ラインL2では、液晶のねじれ部分が大きいため、液晶層を通過した光の位相差は大きいものとなる。この結果、位相板の厚みは、偏光板を平行に配置する場合の方が偏光板を直交して配置する場合よりも大きい厚みが必要となる。従って、位相板の厚みを小さくして液晶表示素子の薄型化を希望する場合、二枚の偏光板を直交して配置した構成の方が望ましい。

【0100】(実施の形態2) 本実施の形態2は、実施の形態1に類似し対応する部分には同一の参照符号を付す。実施の形態1では、光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8(富士写真フィルム(株)製WVフィルム)を用いたけれども、実施の形態2では、位相板5、8に代えて、図7に示すように光学媒体12が正の屈折率異方性を有し、主

軸がハイブリッド配列した位相板30、31(日本石油化学(株)製NHフィルム、位相差Re:30nm)を用いた。また、各光学要素は、図8に示す配置状態とされている。ここで、図8は偏光板10側から見た平面図であり、図中において、20は偏光板10の偏光方向、21は1軸性位相板7の主軸方向、22は2軸性位相板6の主軸方向、32は主軸がハイブリッド配列した位相板30の主軸方向、24は基板2のラビング方向、25は基板1のラビング方向、33は主軸がハイブリッド配列した位相板31の主軸方向、27は2軸性位相板9の主軸方向、28は偏光板11の主軸方向を示す。

【0101】次いで、上記構成の液晶表示素子A1を図8に示す配置状態にする以外は実施の形態1と全く同様にして作製した。この液晶表示素子A1について、2.30V(白表示)から6.65V(黒表示)の駆動電圧範囲で表示を行った場合、正面でのコントラスト比は250:1であった。また、コントラスト比が10:1以上の視野角範囲は、上下方向で135度、左右方向で148度であった。このよう光学媒体が正の屈折率異方性20を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板を用いても、実施の形態1と同様に広視野特性を有する液晶表示素子を実現することができる。なお、斜め方向に関する視野角範囲については、実施の形態2は、実施の形態1に劣る。しかしながら、位相板30、31は、位相板5、8よりもコストが安く、従って、液晶表示素子Aよりも液晶表示素子A1の方が製造コストの低減を図ることがができるというメリットがある。

【0102】(実施の形態3) 本実施の形態3に係る液晶表示素子Bは、基本的には実施の形態1に係る液晶表示素子Aと同様な構成を有する。但し、実施の形態3では、1画素内においてプレチルト角が異なる2つの領域が形成されている点において実施の形態1と相違する。このような構成により、1画素内において電圧-透過率特性が異なる2つの領域が形成されることになり、電圧-透過率特性におけるプラトー(台形部D)が存在しなくなり、従来例よりも低電圧側を駆動電圧範囲に含めることができ、白レベルを大きくすることができる。なお、後述する実施の形態4~12も、実施の形態3と同様に電圧-透過率特性が異なる領域を形成することにより、プラトーをなくし、従来例よりも低電圧側を駆動電圧範囲に含めるようにしたものである。

【0103】以下に、上記構成の液晶表示素子Bの製造方法を説明する。

【0104】透明電極15、16を有する2枚のガラス基板1、2に日産化学工業製配向膜塗料RN-1164をスピンドル法にて塗布し、恒温槽中200度、1時間硬化させ、配向膜17、18を形成する。その後、図9に示すように、参照符号40の方向に偏光した紫外線31を照射する紫外線照射装置(図示せず)を基板1上方に配置し、波長245nmの偏光紫外線光41を2時

間照射した。このときの紫外線照射方向 θ は90度であり、照射エネルギーは880mJ/cm²であった。更に、図10に示されるマスク42を介して、照射角度 $\theta=40$ 度で、同様の偏光紫外線光41を3時間照射した。なお、マスク42は、遮光領域42aと透過領域42bとが1画素に関して40:60になるように形成されている。従って、画素の40%の領域に偏光紫外線光41が照射されたことになる。このような2段階照射により、2段階照射された領域ではプレチルト角が大きくなり、1段階のみ照射された領域ではプレチルト角が小さくなつた。プレチルト角が大きい領域と、プレチルト角が小さい領域の比は、1画素内で40:60であった。

【0105】このように2段階照射するのは、以下の理由による。即ち、照射角度 $\theta=90$ 度の照射により配向膜表面の分子側鎖を一方向に並ばせる。このとき、照射角度 $\theta=90$ 度であるため、上記発現基の基板からの立ち上がり角はほぼ0度となっている。次いで、照射角度 $\theta=40$ 度の照射により、その光に追従して上記分子側鎖が基板から立ち上がる。従って、1段階のみの照射された領域ではプレチルト角が小さくなり、2段階の照射された領域ではプレチルト角が大きくなり、その結果としてプレチルト角の異なる2つの領域を形成することができる。

【0106】尚、本偏光紫外線照射時間が30分の場合($\theta=90$ 度)と、更に30分の斜め照射($\theta=40$ 度)を行った場合における液晶材料(ZLI-2411)のプレチルト角は、別途実験により求めた結果、0.2度と8.1度であった。

【0107】次いで、対向側基板2についても、上記基板1と同様の光配向処理を行つた。その後、基板1と基板2とを対向配置し、積水ファインケミカル(株)製スペーサ20、およびストラクトボンド352A(三井東圧化学(株)製シール樹脂の商品名)を用いて基板間隔が5.1μmとなるように貼り合わせ、空セルを作製した。

【0108】次に、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが10.2となるように調製したメルク社製液晶ZLI-2411(NI点=65度、 $\Delta n=0.140$)を、真空注入法にて空セルに注入して、液晶セル4を作製した。

【0109】その後、偏光板10、11、正の1軸性位相板(位相差150nm)7、2軸性位相板6、9(位相差Rth:50nm)および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8(富士写真フィルム(株)製WVフィルム、位相差Re:34nm)を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子Bを作製した。

【0110】なお、図3における「上側基板のラビング方向」、「下側基板のラビング方向」は、それぞれ「上

側基板において液晶分子が基板から離れるように配向する方向」、「下側基板において液晶分子が基板から離れるように配向する方向」と読み替えて各位相板等の光学素子を配置した。

【0111】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子Bの電圧-透過率特性を30Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図11の実線に示す。

【0112】図11からも明らかのように、本発明液晶表示素子の電圧-透過率特性は、図3に認められるプラトー(台形部D)が発生しない。これは、1画素内においてプレチルト角が大きい領域と小さい領域を設けることにより、1画素内において電圧-透過率特性の異なる2つの領域が形成されたことになり、この結果、液晶層全体としての電圧-透過率特性は平均化され、プラトー(台形部D)が殆ど存在しないことになるからである。このようにして、プラトー(台形部D)が存在しない電圧-透過率特性を得ることにより、駆動電圧領域の低電圧側を従来例よりも小さくとること可能となり、これにより、通常のTN型液晶表示素子並の高い光透過率を示すことができる。

【0113】尚、本実施の形態では正の一軸性フィルム位相板、二軸性フィルム位相板および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板を液晶セルに貼合しているが、液晶表示素子の正面での電圧-透過率特性に関しては、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8のみで十分に補償することが可能である。

【0114】また、本実施例においては、フィルム位相板を液晶セルの両側に配設したが、用途に応じて、セル片側のみに配置しても良い。

【0115】(比較例1)2回目の偏光紫外線斜め照射を行わない以外は実施の形態3と全く同様にして空セルを作製し、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが10.2μmとなるように調製したメルク社製液晶ZLI-2411(NI点=65度、 $\Delta n=0.140$)を、真空注入法にて液晶セル4に注入した。

【0116】その後、偏光板10、11、正の1軸性位相板(位相差150nm)7、2軸性位相板6、9(位相差Rth:50nm)および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8(富士写真フィルム(株)製WVフィルム、位相差Re:34nm)を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子R1を作成した。

【0117】ここにおいて、実施の形態3と同様に図3における「上側基板のラビング方向」、「下側基板のラビング方向」は、それぞれ「上側基板において液晶分子が基板から離れるように配向する方向」、「下側基板において液晶分子が基板から離れるように配向する方向」と読み替えて各光学素子を配置した。

【0118】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子R1の電圧-透過率特性を30Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図11の破線で示す。

【0119】図11より明らかなように、液晶表示素子R1にはプラトー（台形部D）が存在している。これに対して、本発明液晶表示素子Bは電圧の増加とともに透過率が一様に変化し、プラトー（台形部D）が存在していない。この結果、2回目の偏光紫外線斜め照射により、電圧-透過率特性の異なる領域が形成され、これにより、電圧-透過率特性を平均化させることができることが認められる。

【0120】（実施の形態4）本実施の形態4に係る液晶表示素子Cは、基本的には実施の形態3に係る液晶表示素子Aと同様な構成を有する。即ち、実施の形態4は、1画素内においてプレチルト角が異なる2つの領域が形成されている点において実施の形態3と同様である。但し、プレチルト角が異なる2つの領域を形成するための製造方法が異なる。

【0121】以下に、上記構成の液晶表示素子Cの製造方法を説明する。

【0122】先ず、透明電極15, 16を有する2枚のガラス基板1, 2上に日産化学工業製配向膜塗料S E-41110をスピンドルコート法にて塗布し、恒温槽中180度、1時間硬化させ、配向膜17, 18を形成した。その後、レーヨン製ラビング布を用いて図3の参照符号24及び25に示す方向にラビング処理を施した。その後、上記実施の形態3で用いたものと同様のマスクを介して画素の40%の領域に対して、波長245nmの非偏光紫外線光を4時間照射した。この時の照射エネルギーは1.7J/cm²であった。これにより、非偏光紫外線光が照射された領域ではプレチルト角が小さくなり、非偏光紫外線光が照射されなかった領域ではプレチルト角が大きくなつた。プレチルト角が小さい領域と、プレチルト角が大きい領域の比は、1画素内で40:60であった。このような現象が生じるのは、非偏光紫外線の照射により、配向膜表面の側鎖が切断されるため、液晶分子が側鎖に沿って配列できず、そのためプレチルト角が小さくなると考えられるからである。

【0123】尚、本非偏光紫外線照射を行った場合と、行わなかった場合における液晶材料プレチルト角は、別途実験により求めた結果、0.2度と10.1度であった。

【0124】次いで、対向側基板2についても、上記基

板1と同様の光配向処理を行つた。その後、基板1と基板2とを対向配置し、積水ファインケミカル（株）製スベーサ20、およびストラクトボンド352A（三井東圧化学（株）製シール樹脂の商品名）を用いて基板間隔が5.1μmとなるように貼り合わせ、空セルを作製した。

【0125】次に、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが10.2μmとなるように調製したメルク社製液晶ZLI-2293

10 (N1点=85度、Δn=0.140)を、真空注入法にて空セルに注入し、液晶セル4を作製した。

【0126】その後、偏光板10, 11、正の1軸性位相板（位相差135nm）7、2軸性位相板6, 9（位相差R_{th}:35nm）および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5, 8（富士写真フィルム（株）製WVフィルム、位相差Re:28nm）を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子Cを作製した。

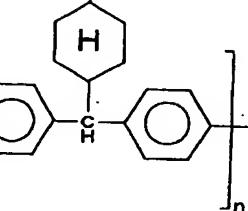
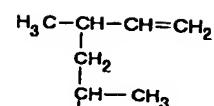
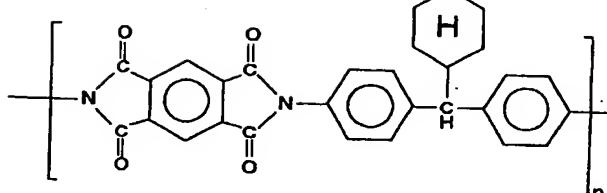
【0127】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子Cの電圧-透過率特性を30Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図12に示す。図12からも明らかなように、本発明液晶表示素子Cの電圧-透過率特性は、図32に認められるプラトー（台形部D）が発生しないため、通常のTN型液晶表示素子並の高い光透過率を示すことが出来る。

【0128】（実施の形態5）本実施の形態5に係る液晶表示素子Dは、基本的には実施の形態1に係る液晶表示素子Aと同様な構成を有する。但し、実施の形態4では、1画素内においてアンカリング強度の異なる2つの領域が形成されている点において実施の形態1と相違する。このような構成により、1画素内において電圧-透過率特性が異なる2つの領域が形成されることになり、電圧-透過率特性におけるプラトー（台形部D）が存在しなくなり、従来例よりも低電圧側を駆動電圧範囲に含めることができ、白レベルを大きくすることができる。

【0129】以下に、上記構成の液晶表示素子Dの製造方法を説明する。

【0130】先ず、透明電極15, 16を有する2枚のガラス基板1, 2上に下記構造式（化1）で示されるポリイミド塗料（NMP/ブチルセルソルブ溶媒）をスピンドルコート法にて塗布し、恒温槽中200度、1時間硬化させる。

【化1】



その後、レーヨン製ラビング布を用いて図3の参照符号24, 25に示す方向にラビング処理を施した。その後、上記実施の形態3で用いたものと同様のマスクを介して画素の40%の領域に対して、波長245nmの非偏光紫外線光を150分照射した。この時の照射エネルギーは2.0J/cm²であった。これにより、非偏光紫外線光が照射された領域ではアンカリング強度が小さくなつた。そのため、1画素内において、アンカリング強度が小さい領域とアンカリング強度が大きい領域が存在することになり、その比は、1画素内で40:60であった。このような現象が生じるのは、以下の理由による。即ち、一般的には、アンカリングは、配向膜表面に浸み込んだ液晶分子が配向膜の分子側鎖により拘束されて生じるものと考えられている。そして、本実施の形態では、当該部分の側鎖が非偏光紫外線の照射により切断され、このためアンカリング強度が弱くなると考えられる。

【0131】なお、上記実施の形態3で説明したように、非偏光紫外線光が照射された領域ではプレチルト角は小さくなっている。しかしながら、本実施の形態5は、実施の形態4と比較すると配向膜材料の相違及び紫外線の照射時間の相違により、プレチルト角の小さくなる度合いが実施の形態4よりも小さい。従って、本実施の形態5においてもプレチルト角が異なる2つの領域が存在するものの、その影響は実施の形態4に比べ小さく、寧ろ本実施の形態4は、アンカリング強度が異なることに起因して電圧-透過率特性が異なる領域が存在するようにしことを特徴とするものである。なお、プレチルト角が小さいからといって、アンカリング強度が弱くなるわけではない。両者は、概念が異なる。

【0132】次いで、対向側基板2についても、上記基板1と同様の光配向処理を行つた。その後、基板1と基板2とを対向配置し、積水ファインケミカル(株)製スペーサ20、およびストラクトボンド352A(三井東圧化学(株)製シール樹脂の商品名)を用いて基板間隔が5.1μmとなるように貼り合わせ、空セルを作成した。

【0133】次に、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが10.2μmと

なるように調製したメルク社製液晶ZLI-2293(NI点=85度、Δn=0.140)を、真空注入法にて空セルに注入し、液晶セル4を作製した。

【0134】その後、偏光板10, 11、正の1軸性位相板(位相差1)7、2軸性位相板6, 9(位相差Rth:50nm)および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5, 8(富士写真フィルム(株)製WVフィルム、位相差Re:34nm)を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子Dを作製した。

【0135】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子Dの電圧-透過率特性を30Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図13に示す。図13からも明らかなように、本発明液晶表示素子Dの電圧-透過率特性は、図3に認められるプラトー(台形部D)が発生しないため、通常のTN型液晶表示素子並の高い光透過率を示すことが出来る。

【0136】本実施の形態5で用いた配向膜材料のプレチルト角は紫外線照射によりプレチルト角が低下するもののその程度は小さい。一方、プレチルト角測定に用いたホモジニアスセルにて測定した表面アンカリングエネルギー強度は、紫外線照射を行わなかった場合と、本実施例条件での紫外線照射を行つた場合とでは、それぞれ1.0×10-3 [J/m²]、2.5×10-4 [J/m²]であった。

【0137】表面アンカリングエネルギー強度は電圧印加時の液晶ダイレクタの分布、即ち、電圧-透過率特性を決めるものであり、異なる表面アンカリングエネルギー強度領域に対して、それぞれ電圧-透過率特性が存在する。従つて、実際の表示においては、これらの特性が合成され、輝度変化が一様に変化しないという従来のバイツイストセルの課題が解消されている。

【0138】(実施の形態6) 本実施の形態6に係る液晶表示素子Eは、基本的には実施の形態1に係る液晶表示素子Aと同様な構成を有する。但し、実施の形態6では、1画素内において配向膜表面における液晶の接触角の異なる2つの領域が形成されている点において実施の形態1と相違する。このような構成により、1画素内において電圧-透過率特性が異なる2つの領域が形成される

ことになり、電圧一透過率特性におけるプラトー（台形部D）が存在しなくなり、従来例よりも低電圧側を駆動電圧範囲に含めることができ、白レベルを大きくすることができます。

【0139】以下に、上記構成の液晶表示素子Eの製造方法を説明する。

【0140】先ず、透明電極15、16を有する2枚のガラス基板1、2上に日産化学工業製配向膜塗料R N-747をスピンドルコート法にて塗布し、恒温槽中180度、1時間硬化させ、配向膜17、18を形成した。その後、実施の形態3で用いたものと同様のマスクを配向膜表面に密着させ、40℃、エチルアルコール蒸気中に15秒さらした後、レーヨン製ラビング布を用いて図3の参照符号24及び25に示す方向にラビング処理を施した。

【0141】配向膜表面での接触角は、その表面をアルコール蒸気に晒した場合と、晒さなかった場合とでは、それぞれ84度、65度であった。基板2についても、同様の処理を行った。次いで、基板1と基板2とを、積水ファインケミカル（株）製スペーサ20、およびストラクトボンド352A（三井東圧化学（株）製シール樹脂の商品名）を用いて基板間隔が5.1μmとなるように貼り合わせ、空セルを作成した。

【0142】次に、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが10.2μmとなるように調製したメルク社製液晶ZLI-2411

(N1点=65度、Δn=0.140)を、真空注入法にて空セルに注入し、液晶セル4を作製した。

【0143】その後、偏光板10、11、正の1軸性位相板（位相差155nm）7、2軸性位相板6、9（位相差R_{th}:50nm）および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8（富士写真フィルム（株）製WVフィルム、位相差R_e:42nm）を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子Eを作製した。

【0144】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子Eの電圧一透過率特性を30Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図14に示す。図14からも明らかなように、本発明液晶表示素子の電圧一透過率特性は、印加電圧の増加とともに光透過率が徐々に変化し、通常のTN型液晶表示素子並の高い白レベル透過率を示すことが出来る。

【0145】本実施の形態ではアルコール蒸気暴露による液晶配向制御の領域を全表示画素の40%としたが、これにより何ら本発明を限定するものではない。

【0146】（実施の形態7）本実施の形態7に係る液晶表示素子Fは、基本的には実施の形態1に係る液晶表示素子Aと同様な構成を有する。但し、実施の形態7では、1画素内においてプレチルト角が連続的に変化している点において実施の形態1と相違する。このような構

成により、電圧一透過率特性におけるプラトー（台形部D）が存在しなくなり、従来例よりも低電圧側を駆動電圧範囲に含めることができ、白レベルを大きくすることができます。

【0147】以下に、上記構成の液晶表示素子Fの製造方法を説明する。

【0148】先ず、透明電極16、17を有する2枚のガラス基板2、1上に日産化学工業製配向膜塗料R N-1164をスピンドルコート法にて塗布し、恒温槽中200度、1時間硬化させ、配向膜16、17を形成した。その後、レーヨン製ラビング布を用いて図3の参照符号24及び25に示す方向にラビング処理を施した。その後、線状紫外線照射装置を用い、波長245nmの非偏光紫外線光を図15で示される照射位置一照射時間の関係で、ステージ送り速度を変化させながら連続的に照射した。この時、光照射時間が60分の時、照射エネルギー量は1.2J/cm²に対応していた。

【0149】尚、本非偏光紫外線照射時間が0分の場合と、180分の場合における液晶材料（ZLI-2411）のプレチルト角は、別途実験により求めた結果、0.2度と9.8度であり、本実施の形態における配向膜界面のプレチルト角は、一方の端から他方に向かって連続的に変化しているものと推定される。

【0150】次いで、対向側基板2も同様にして作製し、基板1と基板2とを対向配置し、積水ファインケミカル（株）製スペーサ20、およびストラクトボンド352A（三井東圧化学（株）製シール樹脂の商品名）を用いて基板間隔が5.1μmとなるように貼り合わせ、空セルを作成した。

【0151】次に、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが10.2μmとなるように調製したメルク社製液晶ZLI-2411（N1点=65度、Δn=0.140）を、真空注入法にて空セルに注入し、液晶セル4を作製した。

【0152】その後、偏光板10、11、正の1軸性位相板（位相差150nm）7、2軸性位相板6、9（位相差R_{th}:50nm）および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8（富士写真フィルム（株）製WVフィルム、位相差R_e:34nm）を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子Eを作製した。

【0153】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子Fの電圧一透過率特性を30Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図16に示す。図16からも明らかなように、本発明液晶表示素子の電圧一透過率特性は、図3に認められるプラトー（台形部D）が発生しないため、通常のTN型液晶表示素子並の高い光透過率を示すことが出来る。

【0154】尚、本実施の形態では、紫外線光源側を移動させたが、逆に、光源側を固定し、配向膜基板を移動

させながら配向処理を行っても良いことは言うまでもない。また、上記の例では画素内でのプレチルト角を連続的に変化させたが、プレチルト角が異なる領域が例えれば10程度となるように配向分割するようにしても、類似の効果が認められた。

【0155】(実施の形態8) 本実施の形態8に係る液晶表示素子Gは、基本的には実施の形態1に係る液晶表示素子Aと同様な構成を有する。但し、実施の形態8では、1画素内においてプレチルト角が連続的に変化している点において実施の形態1と相違する。このような構成により、電圧-透過率特性におけるプラトー(台形部D)が存在しなくなり、従来例よりも低電圧側を駆動電圧範囲に含めることができ、白レベルを大きくすることができる。なお、本実施の形態8は、1画素内においてプレチルト角が連続的に変化している点において実施の形態7と同様である。但し、実施の形態7ではラビング処理後に紫外線照射による光切断によりプレチルト角を連続的に変化させたのに対して、本実施の形態8では紫外線照射による光配向によりプレチルト角を連続的に変化させている点において相違する。

【0156】以下に、上記構成の液晶表示素子Gの製造方法を説明する。

【0157】先ず、透明電極15, 16を有する2枚のガラス基板1, 2上にJSR株式会社製配向膜塗料JAL-S-684をスピンドルコート法にて塗布し、恒温槽中180度、1時間硬化させ、配向膜17, 18を形成した。その後、図9に示すように、参照符号40の方向に偏光した紫外線41を照射する紫外線照射装置(図示せず)を基板上方に配置し、波長245nmの偏光紫外線光41を2時間照射した。このときの紫外線照射方向θは90度であり、照射エネルギーは880mJ/cm²であった。更に、照射角度θ=40度で、同様の偏光紫外線光41を30分照射した。

【0158】次に、線状偏光紫外線照射装置を用い、波長245nmの偏光紫外線光を図17で示される照射位置-照射時間の関係で、ステージ送り速度を変化させながら、照射角度θ=45度を保ったまま、連続的に照射した。

【0159】尚、斜め方向からの本偏光紫外線照射時間が0分の場合と、240分の場合における液晶材料(ZLI-2411)プレチルト角は、別途実験により求めた結果、11.3度と1.5度であり、本実施の形態における配向膜界面のプレチルト角は、一方の端から他方に向かって連続的に変化しているものと推定される。

【0160】対向側基板も同様にして作製し、積水ファインケミカル(株)製スペーサ20、およびストラクトボンド352A(三井東圧化学(株)製シール樹脂の商品名)を用いて基板間隔が5.1μmとなるように貼り合わせ、空セルを作成した。

【0161】次に、カイラル材料としてコレステリルノ

ナノエートを添加してカイラルピッチが10.2μmとなるように調製したメルク社製液晶ZLI-2411(NI点=65度、Δn=0.140)を、真空注入法にて空セルに注入し、液晶セル4を作製した。

【0162】その後、偏光板10, 11、正の1軸性位相板(位相差150nm)7、2軸性位相板6, 9(位相差Rth:50nm)および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5, 8(富士写真フィルム(株)製WVフィルム、位相差Re:34nm)を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子Gを作製した。

【0163】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子Gの電圧-透過率特性を30Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図18に示す。図18からも明らかのように、本発明液晶表示素子の電圧-透過率特性は、図32に認められるプラトー(台形部D)が発生しないため、通常のTN型液晶表示素子並の高い光透過率を利用することが出来る。

【0164】(実施の形態9) 本実施の形態9に係る液晶表示素子Hは、基本的には実施の形態1に係る液晶表示素子Aと同様な構成を有する。但し、実施の形態9では、1画素内においてアンカリング強度が連続的に変化している点において実施の形態1と相違する。このような構成により、電圧-透過率特性におけるプラトー(台形部D)が存在しなくなり、従来例よりも低電圧側を駆動電圧範囲に含めることができ、白レベルを大きくすることができる。

【0165】以下に、上記構成の液晶表示素子Hの製造方法を説明する。

【0166】先ず、透明電極15, 16を有する2枚のガラス基板1, 2上に日産化学工業株式会社製ポリイミド塗料SE-4410(NMP/ブチルセルソルブ溶媒)をスピンドルコート法にて塗布し、恒温槽中250度、1時間硬化させ、配向膜17, 18を形成した。その後、レーベン製ラビング布を用いて図3の参照符号24及び25に示す方向にラビング処理を施した。その後、図19に示される特性を有する紫外光用NDフィルタを介して、波長245nmの非偏光紫外線光を180分照射した。ここで、紫外光用NDフィルタは、金属粒子の密度が一端から他端に亘って大きくなるように含有されている(例えは、一端付近で50%、他端付近で80%)ため、紫外光用NDフィルタを通過した紫外線は、その強度が連続的に変化した分布を有する。従って、紫外光用NDフィルタを通過した紫外線により配向膜を照射すると、配向膜表面の側鎖の切断数が配向膜の一端から他端に亘って増加する状態となり、このため、配向膜の表面アンカリング強度は、一端から他端に向かって連続的に変化する。

【0167】尚、本非偏光紫外線照射をしなかった場合と、180分照射した場合における液晶材料(ZLI-

2411)に対するアンカリングエネルギー強度は、別途実験により求めた結果、 3.5×10^{-4} [J/m²] および 1.2×10^{-3} [J/m²] であり、本実施の形態における配向膜の表面アンカリングエネルギー強度は、一方の端から他方に向かって連続的に変化しているものと推定される。

【0168】対向側基板も同様にして作製し、積水ファインケミカル(株)製スペーサ20、およびストラクトボンド352A(三井東圧化学(株)製シール樹脂の商品名)を用いて基板間隔が5.1μmとなるように貼り合わせ、空セルを作成した。

【0169】次に、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが10.2μmとなるように調製したメルク社製液晶ZLI-2411(N1点=65度、Δn=0.140)を、真空注入法にて空セルに注入し、液晶セル4を作製した。

【0170】その後、偏光板10、11、正の1軸性位相板(位相差150nm)7、2軸性位相板6、9(位相差R_{th}:50nm)および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8(富士写真フィルム(株)製WVフィルム、位相差R_e:34nm)を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子Hを作製した。

【0171】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子Hの電圧-透過率特性を30Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図20に示す。図20からも明らかなように、本発明液晶表示素子の電圧-透過率特性は、図32に認められるプラトー(台形部D)が発生せず、印加電圧の増加とともに素子の光透過率が一様に変化するため、通常のTN型液晶表示素子並の高い光透過率の領域まで利用することが出来、その実用的価値は大きい。

【0172】(実施の形態10)図21は実施の形態10に係る液晶表示素子Iの構成図である。本実施の形態10は、実施の形態1に類似し、対応する部分には同一の参照符号を付す。実施の形態10が実施の形態1と異なる点は、透明電極15が2つに分割されており、その分割されたうちの一方の電極15aと対向側の透明電極16との間には容量成分50が直列に挿入されている。

この容量成分50は、具体的には基板に設けた補助容量等により実現される。なお、本実施の形態10における透明電極15は画素電極であり、透明電極16は共通電極である。

【0173】本実施の形態において用いた容量成分50の大きさは、電極15aと電極16との間の液晶層容量の4.5倍であった。このような構成により、電極15aと電極16間の液晶層3aに対する印加電圧と、電極15bと対向電極16間の液晶層3bに対する印加電圧とが、異なる。このため、液晶層3aと液晶層3bの各電圧-透過率特性が異なる。これにより、2つの電圧-透過率特性の異なる領域を存在させることができ、液晶

層全体としての電圧-透過率特性が平均化される。こうして、このような構成によってもまた、電圧-透過率特性におけるプラトー(台形部D)が存在しなくなり、従来例よりも低電圧側を駆動電圧範囲に含めることができ、白レベルを大きくすることができる。

【0174】以下に、上記構成の液晶表示素子Iの製造方法を説明する。

【0175】使用したガラス基板と分散したスペーサ径が異なる以外は実施の形態1と全く同様にして、基板間隔が4.5μmの空セルを作製した。

【0176】次に、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが9.0μmになるように調製したメルク社製液晶ZLI-2293(N1点=85度、Δn=0.140)を、真空注入法にて空セルに注入し、液晶セル4Aを作製した。

【0177】その後、偏光板10、11、正の1軸性位相板(位相差150nm)7、2軸性位相板6、9(位相差R_{th}:50nm)および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8

20 (富士写真フィルム(株)製WVフィルム、位相差R_e:34nm)を図3の如く液晶セル4Aに貼合し、液晶表示素子Iを作製した。

【0178】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子Iの電圧-透過率特性を30Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図22に示す。白レベル表示は1.8Vで得られ、この時の光透過率は約95%であり、TN型液晶表示素子と同等であった。

【0179】図22において、駆動電圧が2.50Vから9.50Vで表示を行った時のコントラスト比は28

30 0:1であった。また2.50Vから3.50V、4.50V、5.50V、6.50V、7.50V、8.50V、9.50Vの電圧に電圧を変化させた時の立ち上がり応答時間と立ち下がり応答時間の和は、それぞれ16ms、15ms、13ms、13ms、12ms、12ms、11msであり、本実施の形態に係る液晶表示素子は、従来例のOCBモードと同様の高速応答性が確認された。

【0180】図23は白表示電圧を2.50V、黒表示電圧を9.50Vとした時の視野角の等コントラスト曲

40 線を表している。8階調表示における階調反転は認められなかった。図23から明らかなように、本発明液晶表示素子は上下160度、左右160度以上の視角範囲でコントラスト比10:1以上が達成されており、その実用的価値は極めて高い。尚、図中の数字はコントラスト比の値を表している。

【0181】(実施の形態11)図24は実施の形態11に係る液晶表示素子Jの要部断面図であり、図25は液晶表示素子Jの製造工程を示す断面図である。本実施の形態11は、実施の形態1に類似し、対応する部分には同一の参照符号を付す。本実施の形態11では、透明

電極15上に複数の凸形状物60が設けられており、この点に関して実施の形態1と相違する。このように凸形状物60の形成により、液晶層の厚みが異なる領域が形成される。これにより、液晶層に、電圧一透過率特性の異なる領域を存在させることができ、この結果、液晶層全体としては、その電圧一透過率特性が平均化される。こうして、このような構成によってもまた、電圧一透過率特性におけるプラトー（台形部D）が存在しなくなり、従来例よりも低電圧側を駆動電圧範囲に含めることができ、白レベルを大きくすることができる。

【0182】以下に、上記構成の液晶表示素子Iの製造方法を説明する。

【0183】先ず、図25(a)に示すように、透明電極15、16を有する2枚のガラス基板1、2上にJSR株式会社製PC系レジスト材料を塗布形成し、厚さ1μmのレジスト薄膜61を形成する。次に、図25(b)に示すように、レジスト薄膜61に、矩形状パターンの開口部62を設けたフォトマスク63を通して、平行光紫外線64で照射露光する。次いで、平行光で露光された上記レジスト薄膜61を現像、リソシス、90°Cでプリベークして、図25(c)に示すように断面が凸状の形状物60aを形成する。次に、上記レジスト薄膜材料のガラス転移点以上の150°Cでポストベークして凸形状物60aの肩をなだらかに順方向に傾斜させて、図25(d)に示すようにその断面形状を台形状に形成して、凸形状物60を電極上に設けた。

【0184】その後、透明電極16を有するガラス基板2、および上記凸形状物60の形成されたガラス基板2上に日産化学工業製配向膜塗料RN-7492をスピンドルコート法にて塗布し、恒温槽中180度、1時間硬化させて、配向膜17、18を形成した。その後、配向膜17、18を、レーヨン製ラビング布を用いて図3の参考符号24及び25に示す方向にラビング処理を施した。次いで、積水ファインケミカル（株）製スペーサ20、およびストラクトボンド352A（三井東圧化学（株）製シール樹脂の商品名）を用いて基板間隔が5.1μmとなるように、基板1と基板2とを貼り合わせ、空セルを作成した。この時の本発明液晶表示素子画素内での液晶層厚はd1=5.1μmとd2=4.1μmの領域が存在することになる。

【0185】次に、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが10.2μmになるように調製したメルク社製液晶ZLI-2411（N1点=65度、Δn=0.140）を、真空注入法にて空セルに注入して、液晶セル4を作製した。

【0186】その後、偏光板10、11、正の1軸性位相板（位相差150nm）7、2軸性位相板（位相差Rth:50nm）6、9および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8（富士写真フィルム（株）製WVフィルム、位相差R

θ:34nm）を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子Jを作成した。

【0187】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子Jの電圧一透過率特性を30Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図26に示す。

【0188】図26からも明らかなように、本発明液晶表示素子の電圧一透過率特性は、図33に認められるプラトー（台形部D）が発生しないため、通常のTN型液晶表示素子並の高い光透過率を利用することができます。

【0189】（実施の形態12）本実施の形態12に係る液晶表示素子Kは、基本的には実施の形態1に係る液晶表示素子Aと同様な構成を有する。但し、実施の形態12では、1画素内において液晶層厚が連続的に変化している点において実施の形態1と相違する。具体的に説明すれば、図27に示すように電極15上に同一方向に傾斜した傾斜面を有する断面が三角形状の凸形状物65が形成されており、これにより、液晶層厚が連続的に変化するように構成されている。このような構成により、電圧一透過率特性におけるプラトー（台形部D）が存在しなくなり、従来例よりも低電圧側を駆動電圧範囲に含めることができ、白レベルを大きくすることができる。

【0190】以下に、上記構成の液晶表示素子Kの製造方法を説明する。

【0191】透明電極15を有するガラス基板1の上方に、紫外光用NDフィルタを配置し、実施の形態11で用いた凸形状物60の作製プロセスと同様の方法にて図27に示される凸形状物65を作製した。

【0192】その後、透明電極16を有するガラス基板1、および上記凸形状物65の形成されたガラス基板2上に日産化学工業製配向膜塗料RN-7492をスピンドルコート法にて塗布し、恒温槽中180度、1時間硬化させて、配向膜17、18を形成した。その後、配向膜17、18を、レーヨン製ラビング布を用いて図3の参考符号24及び25に示す方向にラビング処理を施した。次いで、積水ファインケミカル（株）製スペーサ20、およびストラクトボンド352A（三井東圧化学（株）製シール樹脂の商品名）を用いて基板間隔が5.1μmとなるように、基板1と基板2とを貼り合わせ、空セルを作成した。このとき、基板1上に凸形状物65が形成されているため、液晶層厚は1画素内で4.5μm～6.0μmと連続的に変化している。

【0193】次に、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが12.0μmとなるように調製したメルク社製液晶ZLI-2411（N1点=65度、Δn=0.140）を、真空注入法にて空セルに注入し、液晶セル4を作製した。

【0194】その後、偏光板10、11、正の1軸性位相板（位相差150nm）7、2軸性位相板（位相差Rth:50nm）6、9および光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8

(富士写真フィルム(株)製WVフィルム、位相差R_e: 3.4 nm)を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子Kを作成した。

【0195】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子Kの電圧-透過率特性を30 Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図28に示す。

【0196】本実施の形態においては、液晶層厚が画素内で連続的に変化しており、それぞれの液晶層厚に対応する電圧-透過率特性が平均化されることにより、図3に見られるプラトー(台形部D)が発生しない。これにより、通常のTN型液晶表示素子並の高い光透過率を示すことができる。

【0197】(実施の形態13)図29は液晶表示素子Lの製造工程を示す断面図である。本実施の形態13は、実施の形態1に類似し、対応する部分には同一の参照符号を付す。本実施の形態13では、透明電極15上に複数の凸形状物70を設けて透明電極15上が凹凸状に形成されており、この点に関して実施の形態1と相違する。このように透明電極15上を凹凸状に形成することにより、プレチルト角が一定の分布で変化する状態が得られる。これにより、液晶層に、電圧-透過率特性の異なる領域を存在させることができ、この結果、液晶層全体としては、その電圧-透過率特性が平均化される。こうして、このような構成によってもまた、電圧-透過率特性におけるプラトー(台形部D)が存在しなくなり、従来例よりも低電圧側を駆動電圧範囲に含めることができ、白レベルを大きくすることができる。

【0198】以下に、上記構成の液晶表示素子Lの製造方法を説明する。

【0199】先ず、図29(a)に示すように、透明電極15を有する1枚のガラス基板1上にJSR株式会社製PC系レジスト材料を塗布形成し、厚さ1 μmのレジスト薄膜69を形成する。次に、図29(b)に示すように、レジスト薄膜69に、矩形状パターンの開口部71を設けたフォトマスク72を通して、平行光紫外線73で照射露光する。次いで、平行光で露光された上記レジスト薄膜69を現像、 rinsing し、90°Cでプリベークして、図29(c)に示すように断面が三角状の凸形状物70aを形成する。次に、上記レジスト薄膜材料のガラス転移点以上の150°Cでポストベークして凸形状物70aの先端部をなだらかにし、図29(d)に示す凸形状物70を電極15上に形成した。なお、凸形状物70aを形成するのは、電極15を凹凸状にするためであり、従って、凸形状物70aは1画素内に4~5個程度形成する必要がある。

【0200】その後、透明電極16を有するガラス基板2、および上記凸形状物70の形成されたガラス基板2上に日産化学工業製配向膜塗料RN-7492をスピノート法にて塗布し、恒温槽中180度、1時間硬化させて、配向膜17、18を形成した。その後、配向膜1

7、18を、レーヨン製ラビング布を用いて図3の参照符号24及び25に示す方向にラビング処理を施した。次いで、積水ファインケミカル(株)製スペーサ20、およびストラクトボンド352A(三井東圧化学(株)製シール樹脂の商品名)を用いて、基板1と基板2とを貼り合わせ、空セルを作成した。このときの本発明液晶表示素子画素内での液晶層厚は5.5 μmと5.8 μmの領域が存在することが他の実験より確認された。更には、凹凸形状の反映された配向膜表面でのプレチルト角

10 は0.1度~15.5度と広く分布していることも他の実験より確認された。

【0201】次に、カイラル材料としてコレステリルノナノエートを添加してカイラルピッチが12.0 μmになるように調製したメルク社製液晶ZLI-2411(N1点=65度、Δn=0.140)を、真空注入法にて上記空セルに注入して、液晶セル4を作製した。

【0202】その後、偏光板10、11、正の1軸性位相板(位相差150 nm)7、2軸性位相板(位相差R_{th}: 50 nm)6、9および光学媒体が負の屈折率異方

20 性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板5、8(富士写真フィルム(株)製WVフィルム、位相差R_e: 3.4 nm)を図3の如く液晶セル4に貼合し、液晶表示素子Lを作成した。

【0203】次に、定法に従い、本発明の液晶表示素子Lの電圧-透過率特性を30 Hz矩形波を印加しながら測定した。結果を図30に示す。図30からも明らかのように、本発明液晶表示素子の電圧-透過率特性は、低電圧領域でもパイツイストセルに特徴的なプラトー(台形部D)が発生しない。

30 【0204】なお、電極上に凸形状物を形成する点に関しては、本実施の形態13も上記実施の形態11も同様である。しかしながら、実施の形態11は主として液晶層の厚みが異なる領域を形成することにより、電圧-透過率特性の異なる領域を形成させるものであり、一方、本実施の形態13は主としてプレチルト角を変えることにより、電圧-透過率特性の異なる領域を形成させるものである。

【0205】(実施の形態3~13の補足説明)

①実施の形態3~13においても、上記(実施の形態1の補足説明)において述べた事項①~④が当てはまる。

【0206】②上記実施の形態3~13では、負の光学媒体からなるハイブリッド配列の位相板が用いられ、且つ図3の配置状態とされたけれども、実施の形態2に示した正の光学媒体からなるハイブリッド配列の位相板を用いて、且つ図9に示す配置状態とされた構成であってもよい。

【0207】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、主軸がハイブリッド配列した位相補償板を設けることにより、光学補償ペンド(OCB)モードと類似の高速性を有し、

かつOCBモード以上の広視野角特性を有する液晶表示素子を実現することができる。

【0208】また、本発明によれば、各表示画素内にその電圧-透過率特性の異なる複数の領域を有する液晶表示素子を提供することが可能であり、これにより白レベル透過率の高い、即ち、光透過率の高い電圧領域をも有効に使うことのできる高速・広視野角液晶表示素子を実現することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施の形態1における液晶表示素子のパネル構成を示す断面図である。

【図2】本発明実施の形態1における液晶表示素子に用いられるハイブリッド配列した位相板の模式図である。

【図3】本発明実施の形態1における液晶表示素子の各光学要素の配置方向を示す図である。

【図4】本発明実施の形態1における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図5】本発明実施の形態1における液晶表示素子の視野角特性の測定結果を示す図である。

【図6】二枚の偏光板を直交して配置した場合と、平行に配置した場合の各電圧-透過率特性を示す図である。

【図7】本発明実施の形態2における液晶表示素子に用いられるハイブリッド配列した位相板の模式図である。

【図8】本発明実施の形態2における液晶表示素子の各光学要素の配置方向を示す図である。

【図9】本発明実施の形態3における偏光紫外線の照射方法を説明するための図である。

【図10】本発明実施の形態3における紫外線照射時のマスクパターンを示す図である。

【図11】本発明実施の形態3における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図12】本発明実施の形態4における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図13】本発明実施の形態5における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図14】本発明実施の形態6における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図15】本発明実施の形態7における紫外線照射量の制御方法を説明するための図である。

【図16】本発明実施の形態7における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図17】本発明実施の形態8における紫外線照射量の制御方法を説明するための図である。

【図18】本発明実施の形態8における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図19】本発明実施の形態9における紫外線用NDフィルタの光透過率を示す図である。

【図20】本発明実施の形態9における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図21】本発明実施の形態10における液晶表示素子

10

のパネル構成を示す断面図である。

【図22】本発明実施の形態10における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図23】本発明実施の形態10における液晶表示素子の視野角特性の測定結果を示す図である。

【図24】本発明実施の形態11における液晶表示素子のパネル構成を示す断面図である。

【図25】本発明実施の形態11における凸形状物形成プロセスを説明するための図である。

【図26】本発明実施の形態11における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図27】本発明実施の形態12における凸形状物の形状を示す図である。

【図28】本発明実施の形態12における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図29】本発明実施の形態13における凹凸形状物形成プロセスを説明するための図である。

【図30】本発明実施の形態13における液晶表示素子の電圧-透過率特性の測定結果を示す図である。

【図31】光学補償ペンド(OCB)表示素子のパネル構成を示す断面図である。

【図32】典型的なバイツイスト型液晶表示素子のパネル構成を示す断面図である。

【図33】典型的なバイツイスト型液晶表示素子の電圧-透過率特性を説明するための図である。

【図34】典型的なバイツイスト型液晶表示素子の視野角特性である。

【符号の説明】

1, 2 : 基板

3, 3a, 3b : 液晶層

4, 4A : 液晶セル

5, 8 : 光学媒体が負の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板

6, 9 : 2軸性位相板

7 : 1軸性位相板

10, 11 : 偏光板

15, 15a, 15b, 16 : 透明電極

17, 18 : 配向膜

12 : ハイブリッド配列した位相板の光学媒体

30, 31 : 光学媒体が正の屈折率異方性を有し、主軸がハイブリッド配列した位相板

20 : 偏光板10の偏光方向

21 : 1軸性位相板7の主軸方向

22 : 2軸性位相板6の主軸方向

23 : 主軸がハイブリッド配列した位相板5の主軸方向

24 : 基板2のラビング方向

25 : 基板1のラビング方向

26 : 主軸がハイブリッド配列した位相板8の主軸方向

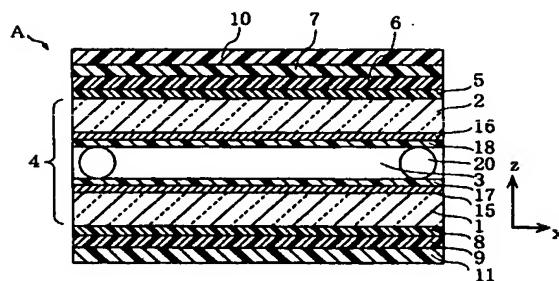
40

50

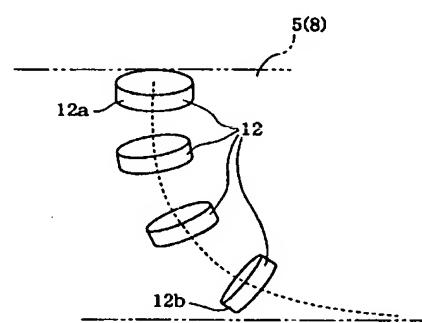
37 : 2軸性位相板9の主軸方向
 28 : 偏光板11の主軸方向
 32 : 主軸がハイブリッド配列した位相板30の主軸
 方向
 33 : 主軸がハイブリッド配列した位相板31の主軸
 方向

40 : 偏光紫外線の偏波面方向
 41 : 紫外線の照射方向
 42, 63 : フォトマスク
 50 : 容量成分
 60, 65, 70 : 凸形状物
 64, 73 : 紫外線

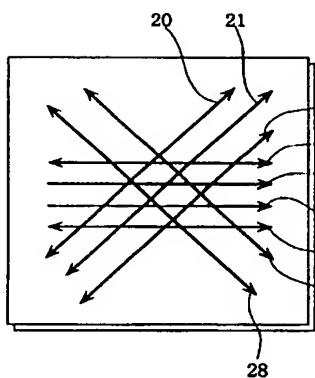
【図1】



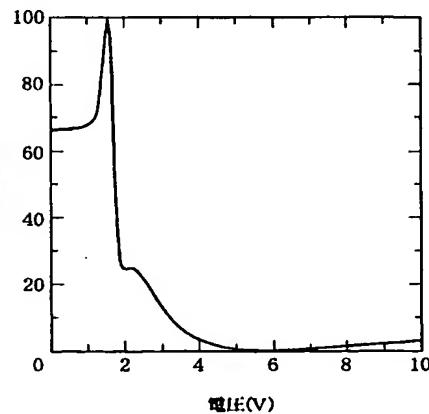
【図2】



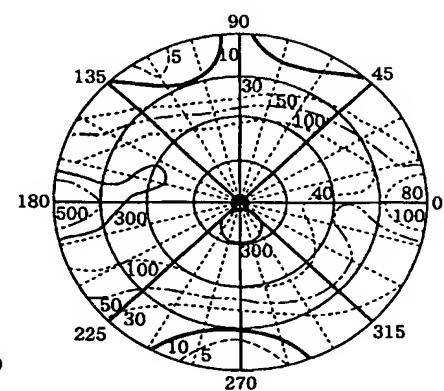
【図3】



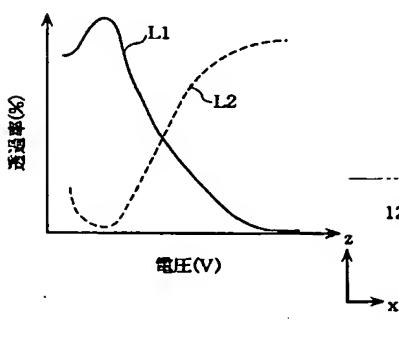
【図4】



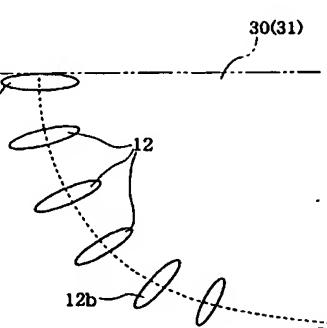
【図5】



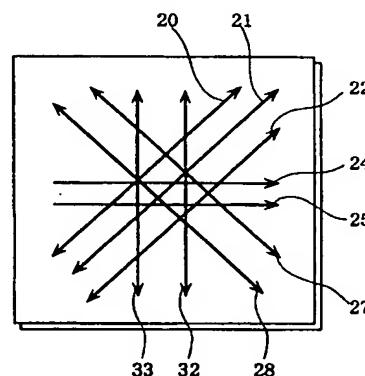
【図6】



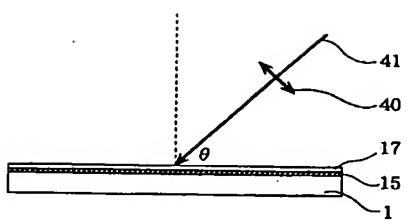
【図7】



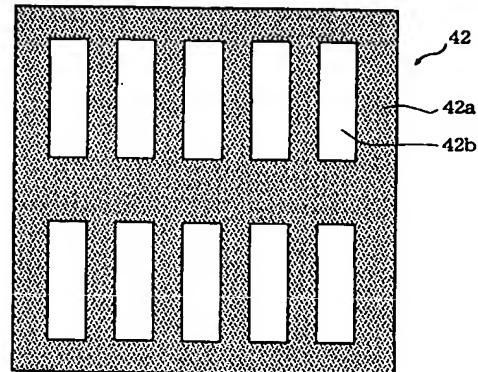
【図8】



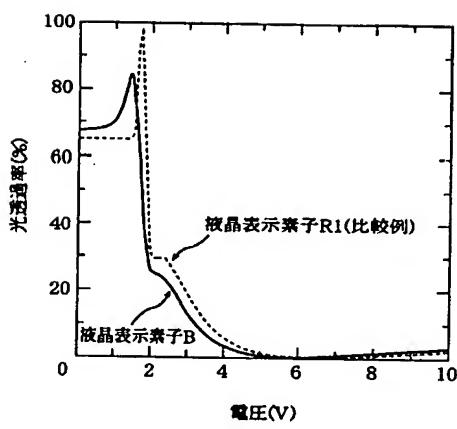
【図9】



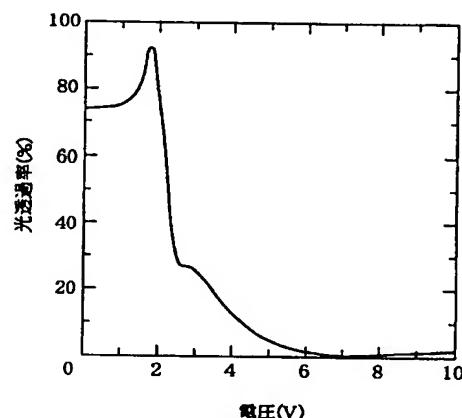
【図10】



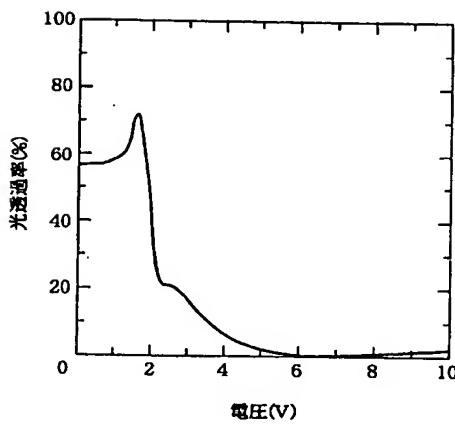
【図11】



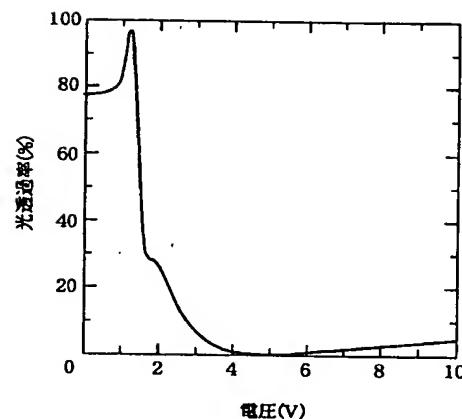
【図12】



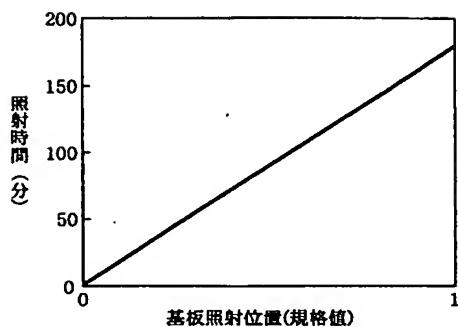
【図13】



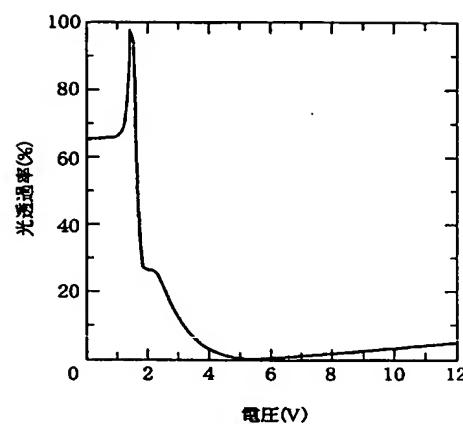
【図14】



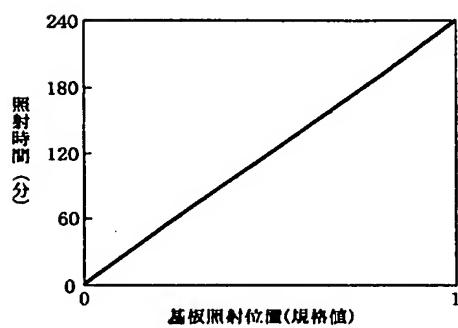
【図15】



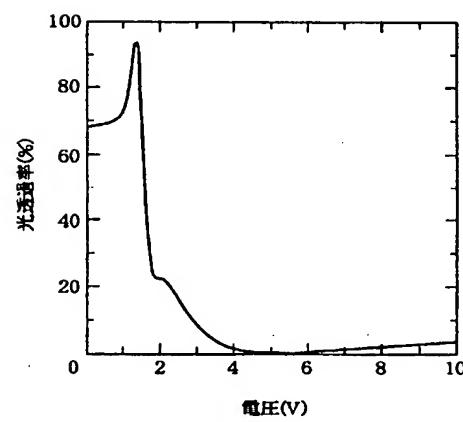
【図16】



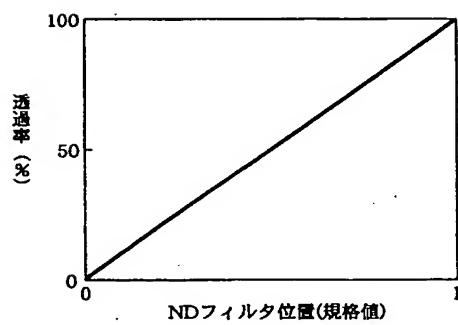
【図17】



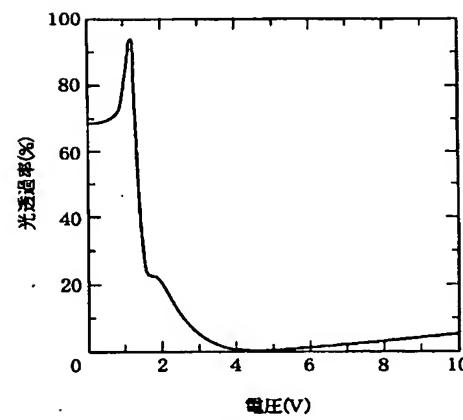
【図18】



【図19】

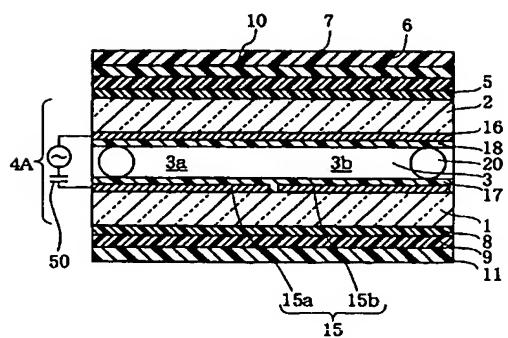


【図20】

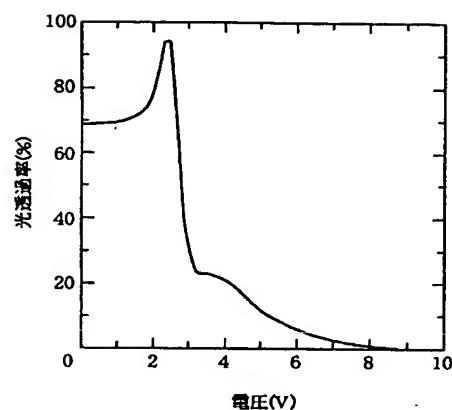


【図27】

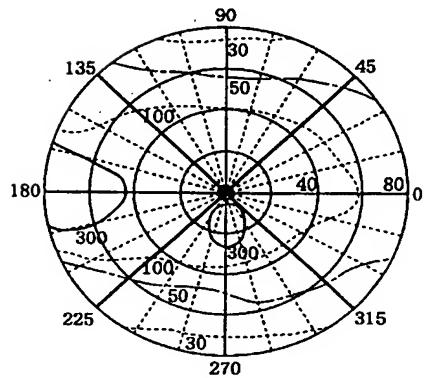
【図21】



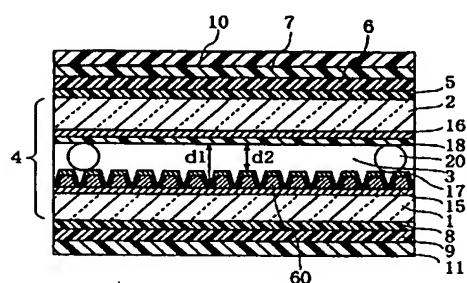
【図22】



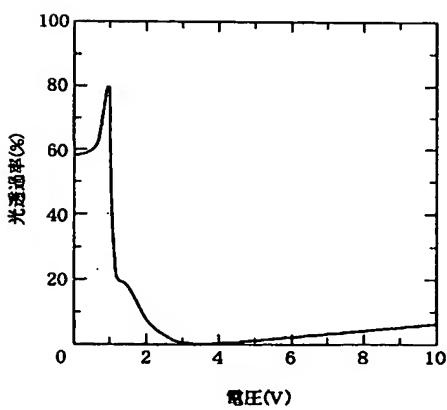
【図23】



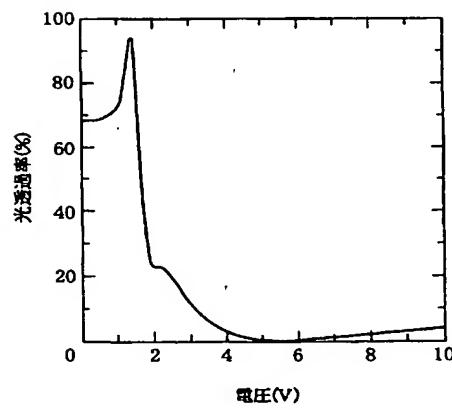
【図24】



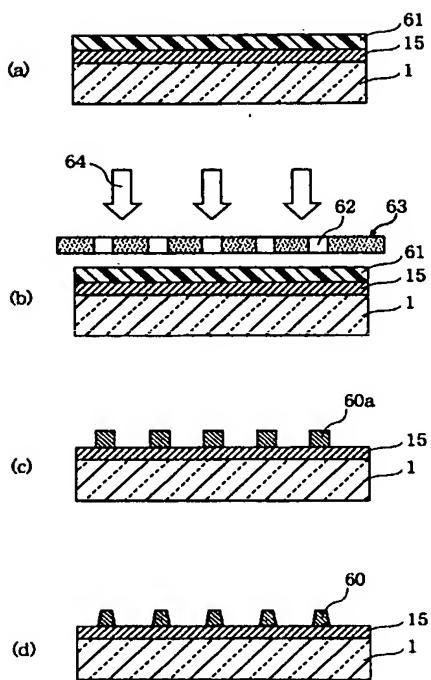
【図26】



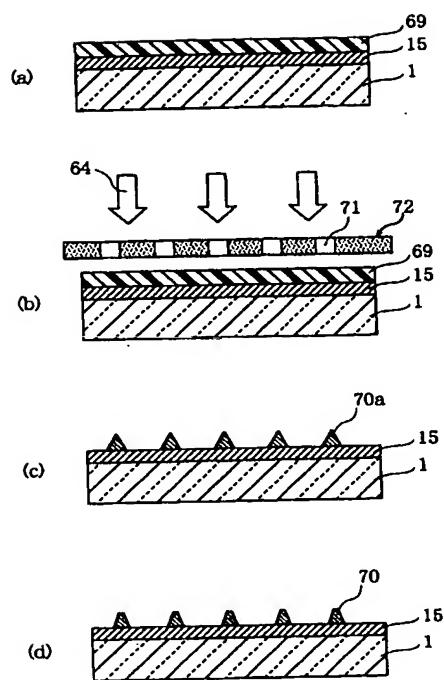
【図28】



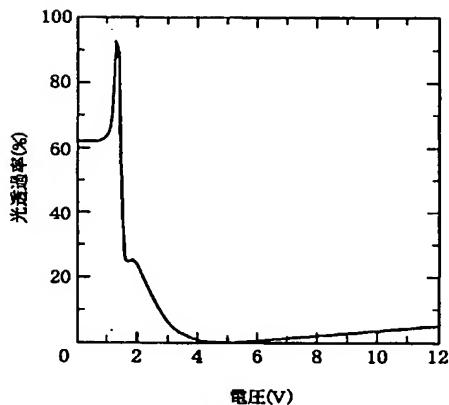
【図25】



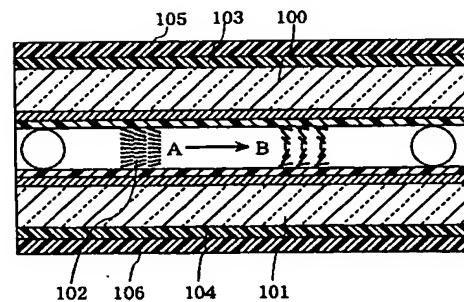
【図29】



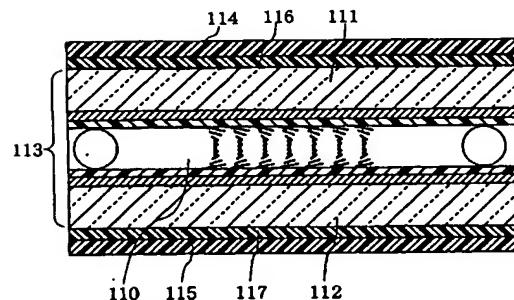
【図30】



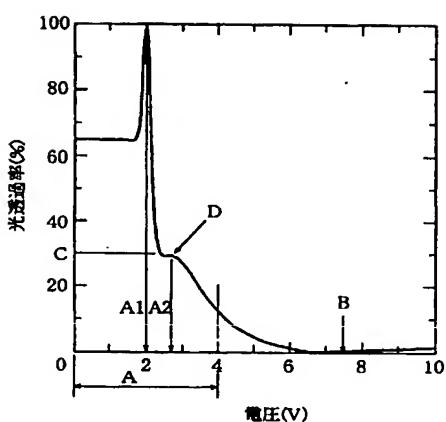
【図31】



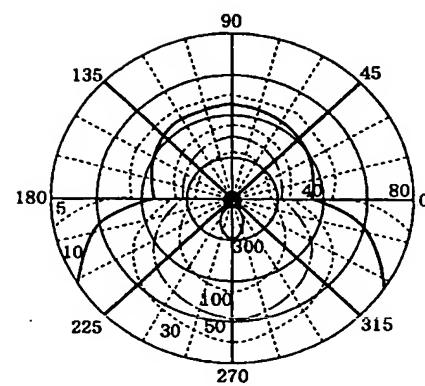
【図32】



【図33】



【図34】



フロントページの続き

ドターム(参考) 2H088 GA17 HA03 HA16 HA18 JA13
 KA11 KA14 MA07
 2H091 FA08X FA08Z FA11X FA11Z
 FC08 FC09 FC23 FC26 FD08
 GA01 GA06 HA10 KA05 KA10
 LA19

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.